

République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université -Ain Témouchent- Belhadj Bouchaib
Faculté de Sciences et Technologie
Département d'Agroalimentaire



Projet de fin d'études

Pour l'obtention de diplôme de Master en :
Domaine : Sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences Alimentaires
Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité

Thème

**Caractérisation microbiologique et organoleptique d'une
farine infantile**

Soutenue le, 29 juin 2025

Présenté par :

- 1/ Ghalem Khadidja
- 2/ Elfoddi Maroua
- 3/ Djebbari Ikram

Devant le jury composé de :

Président	Mme. LOUARAD Yasmina	M.C.A	Université Ain Témouchent
Examineur	Mr. KHALFA Ali	M.C.A	Université Ain Témouchent
Encadrante	Mme. BENAHMED Meryem	M.C.B	Université Ain Témouchent

Année universitaire 2024/2025

Remerciements

Au début, On remercie Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire, on souhaite adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

*Nos vifs remerciements vont en particulier à **Mme BENAHMED- CHEKROUN Meriem**, maitre de Conférence à l'université de Ain Témouchent, de nous avoir proposé ce sujet, accepté de nous encadrer et de diriger notre travail par ses précieux conseils et ses encouragements.*

Les membres du jury, pour l'honneur qu'ils nous ont fait en évaluant notre travail à savoir

***M. Ali KHALFA** Pour avoir accepté de présider ce jury et **Mme Yasmina LOUERRAD** d'examiner ce travail*

Nos remerciements vont aussi à tous nos professeurs du département des sciences de la nature et de la vie particulièrement les enseignants de la filière Agro-alimentaire et contrôle de qualité chacun par son nom. Vous restez à nos yeux des personnes entières et pleins de talents aussi bien dans la recherche que dans les relations humaines.

Merci beaucoup à tous ce que vous avez faits pour nous.

Nous remercions particulièrement nos parents pour leur soutien, leur amour et leurs encouragements sans cesses renouvelés. Nous leurs somme à jamais reconnaissant.

Dédicace

J'offre ce modeste travail:

*A la mémoire de mes chères grandes parentes **Haddouche** et **Yamina**.*

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

*A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père **Zouaoui***

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non âmes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse: mon adorable mère **Nadia***

*A mon cher frère **Mohamed** qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille.*

*À tous mes amis de promotion **de 2me année Master** control de qualité alimentaire, toute personne qui occupe une place dans mon cœur **Sara, Nassira** et **Mama**.*

Merci pour leurs amours et leurs encouragements.

*Sans oublier mes trinômes et mes amies **Khadidja** et **Ikram**, je te souhaite du bonheur et du succès dans ta vie.*

Maroua

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à ceux qui ont été des piliers essentiels dans ma vie,

*À mes étoiles disparues : **Mohammed, Abdelkader et Mbarka,***

*Puisse Allah vous ouvrir les portes du Firdaous et parfumer vos demeures
éternelles de son pardon.*

*À ma chère mère : **Houaria,***

*Tu es ma force, mon soutien inébranlable, et mon inspiration constante. Ton
amour, tes sacrifices et ta patience m'ont permis de franchir chaque étape de ce
chemin. Que Dieu te garde en bonne santé et te protège toujours.*

*À mon père bien-aimé : **Mohammed,***

*Merci pour ta sagesse, ta patience et ton soutien continu. Tu as toujours cru en
moi, et cela m'a donné la force de persévérer.*

*À ma chère sœur : **Hadjria,***

*Ta présence dans ma vie est un cadeau inestimable. Ton soutien, ton écoute et ta
tendresse m'ont été d'un grand réconfort tout au long de ce parcours. Merci
d'avoir toujours été là, avec bienveillance et amour*

*À mes cousines, **Keltoum, Dounia, Soumia.***

*À mon amie : **Imène,** ton écoute et ton amitié ont été précieuses.*

*À mes précieuses trinômes : **Ikram et Maroua,***

*Nos efforts partagés, nos rires sincères et notre belle entente resteront gravés
comme l'une des plus belles richesses de ce parcours.*

*A tous mes enseignants depuis mon premier pas à l'université jusqu'aujourd'hui
et toute ma promotion agroalimentaire et contrôle de qualité 2024-2025.*

Khadidja

Dédicace

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers,

*A mes chers grands parents : **MOUSSA, WRIDA, YAMIN.***

*A ma belle-mère : **Khaira.***

A ma famille, elle qui m'a doté d'une éducation digne, son amour a fait de moi

ce que je suis aujourd'hui :

*A mes chers parents : **Djebbari Bachir, Bensamine Zoubida,***

Aucune dédicace ne serait témoin de mon profond amour, mon immense gratitude et mon plus grand respect, car je ne pourrais jamais oublier la tendresse et l'amour dévoué par lesquels ils m'ont toujours entourer depuis mon enfance.

*A mon cher mari : **Mohamed,***

Pour ton soutien inébranlable et ta patience tout au long de ce parcours, tu as

été ma source de force et de motivation, même dans les moments les plus difficiles.

Merci d'avoir cru en moi, même quand moi je doutais.

*A mes chères frères : **Abderrahmen, Meriem, Yasmine, Oussama,***

Qui n'ont pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que Dieu les protège et leurs offre la chance et bonheur.

*A mes chers binômes, **Khadidja et Maroua,***

Merci pour votre engagement, votre sérieux, vos éclats de rire et votre soutien constant.

Votre esprit d'équipe votre patience à la fois enrichissante et inoubliable.

Je vous aime de tout mon cœur.

Ikram

Résumé

En tant que pays en développement, l'Algérie vise à limiter ces importations et à améliorer la salubrité et la qualité nutritionnelle des produits alimentaires destinés aux nourrissons et aux jeunes enfants. Les farines infantiles produites localement peuvent promettre des avancées significatives en termes de composition et de sécurité sanitaire.

Ce mémoire porte sur l'évaluation de la qualité microbiologique et organoleptique des farines infantiles fabriquées à partir de matières premières locales. Une analyse approfondie de la bibliographie a été réalisée afin de contextualiser l'importance de ces farines dans l'alimentation infantile, en mettant en évidence les exigences réglementaires et les attentes des consommateurs.

Pour évaluer la qualité microbiologique, les analyses requises par la réglementation algérienne ont été utilisées. Des tests organoleptiques, à savoir le test de classement et le test descriptif, ont ensuite été réalisés. Les résultats indiquent que les farines testées sont conformes aux normes de sécurité, avec une absence de contaminants pathogènes. En outre, les tests organoleptiques ont révélé des préférences variées des mères pour les caractéristiques sensorielles des farines, telles que l'odeur, le goût, la texture et la couleur.

Mots clés : farine infantile, analyse microbiologique, qualité organoleptique, produit local.

الملخص

تهدف الجزائر كدولة نامية، إلى الحد من هذه الواردات وتحسين السلامة والجودة الغذائية للمنتجات الغذائية للرضع والأطفال الصغار. يمكن أن يقدم دقيق الرضع المنتج محليًا تقدمًا كبيرًا من حيث التركيب والسلامة الصحية.

وتركز هذه الأطروحة على تقييم الجودة الميكروبيولوجية والحسية لدقيق الرضع المصنوع من المواد الخام المحلية. وقد تم إجراء تحليل متعمق للأدبيات من أجل وضع سياق لأهمية هذه الأنواع من الدقيق في تغذية الرضع، مع تسليط الضوء على المتطلبات التنظيمية وتوقعات المستهلكين.

لتقييم الجودة الميكروبيولوجية، تم استخدام التحاليل المطلوبة بموجب اللوائح الجزائرية. ثم أُجريت الاختبارات الحسية العضوية، وهي اختبار التصنيف والاختبار الوصفي. تشير النتائج إلى أن الدقيق الذي تم اختباره يتوافق مع معايير السلامة، مع عدم وجود ملوثات مسببة للأمراض. بالإضافة إلى ذلك، كشفت الاختبارات الحسية عن تفضيلات متفاوتة بين الأمهات للخصائص الحسية للدقيق، مثل الرائحة والطعم والملمس واللون.

الكلمات المفتاحية: طحين الرضع، التحليل الميكروبيولوجي، الجودة الحسية، المنتج المحلي.

Abstract

As a developing country, Algeria aims to limit these imports and improve the safety and nutritional quality of food products for infants and young children. Locally-produced infant flours can promise significant advances in terms of composition and safety.

This thesis focuses on the evaluation of the microbiological and organoleptic quality of infant flours made from local raw materials. An in-depth analysis of the literature was carried out to contextualize the importance of these flours in infant nutrition, highlighting regulatory requirements and consumer expectations.

To assess microbiological quality, the analyses required by Algerian regulations were used. Organoleptic tests, namely the grading test and the descriptive test, were then carried out. The results indicate that the flours tested comply with safety standards, with an absence of pathogenic contaminants. In addition, organoleptic tests revealed mothers' varied preferences for the sensory characteristics of the flours, such as odor, taste, texture and color.

Key words: infant flour, microbiological analysis, organoleptic quality, local product.

Table de matière

Remerciements

Dédicace

Résumé

الملخص

Abstract

Table de matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

***Introduction*01**

***I. Revue bibliographique*.....03**

I.1: Contexte générale sur farine infantile.....04

I.1- Définition des farines infantiles.....04

I.2- Historique des farines infantiles.....05

I.3- Composition des farines infantiles.....07

I.3.1- Effet thérapeutique des différents composants de la farine infantile étudiée.....08

I.4- Différents types des farines infantiles.....11

I.5- Procédés et les étapes de fabrication de farine infantile.....11

I.5.1 - Entreposage des matières premières.....14

I.5.2 – Nettoyage.....13

I.5.3 – Séchage.....13

I.5.4 – Décorticage.....13

I.5.5 – Torréfaction13

I.5.6 - Pesage des ingrédients.....14

I.5.7 – Mouture.....15

I.5.8 – Conditionnement.....15

I.6- Farines infantiles cadre règlementaire dans le monde et en l'Algérie.....	15
I.7- Marché des farines infantiles en Algérie.....	15
I.2: Critères microbiologique des farines infantiles.....	16
II.1- Normes internationale.....	16
II.2- Normes nationale algériens.....	18
II.3- Facteur influçant la qualité microbiologique.....	18
II.3.1- Teneur en eau et l'activité de l'eau (AW).....	19
II.3.2- PH.....	19
II.3.3- Température.....	19
II.3.4- Humidité.....	19
II.3.5- Stockage.....	19
II.3.6- Transport.....	20
II.4- Impact des procédés de transformation sur la qualité des farines infantiles.....	20
I.3: Critères organoleptiques des farines infantiles.....	21
III.1- Introduction sensorielle.....	21
III.2- Méthode d'analyse sensorielle.....	22
III.2.1- Tests descriptifs.....	22
III.2.2- Profile sensorielle.....	22
III.2.3- Tests discriminatifs.....	22
III.2.4- Tests triangulaires.....	22
III.2.5- Tests de duo-trio.....	22
III.2.6- Tests hédoniques.....	23
III.2.7- Tests classement.....	23
II. Matériel et méthodes	24
I. Préparation des matières premières et la formulation de farine infantile étudiée.....	25
I.1- Préparation de la farine de quinoa (élimination des saponines).....	25
I.2- Production des farines de matières premières.....	26

I.3- Formulation de la farine infantile.....	26
II. Caractérisation microbiologique et organoleptique.....	27
II.1- Caractérisation microbiologique.....	27
II.1.1- Préparation de la solution mère.....	27
II.1.2- Recherche et dénombrement des différents germes.....	28
II.1.2.1- Recherche et dénombrement la flore aérobie mésophile totaux à 30°C	28
II.1.2.2- Recherche et dénombrement des coliformes fécaux et des coliformes totaux...	30
II.1.2.3- Recherche et dénombrement des salmonelles	32
II.1.2.4- Recherche et dénombrement des <i>Staphylococcus aureus</i>	34
II.1.2.5- Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	35
II.2- Caractérisation organoleptique.....	37
II.2.1- Analyse sensorielle des bouillies préparées à partir de la farine composée.....	38
II.2.1.1- Test de classement.....	38
II.2.1.2- Test descriptive.....	38
III. Résultats et Discussion.....	40
I.1- Résultat de caractérisation microbiologique.....	41
I.1.1- Evaluation de la qualité microbiologique des échantillons étudiés.....	41
I.2- Résultat de caractérisation organoleptique.....	44
I.2.1- Résultat de test de classement.....	44
I.2.2- Résultat de test descriptif.....	45
Conclusion.....	48
Références bibliographiques.....	49

Liste des abréviations

AFANOR: Association Française de Normalisation

ANSES: Agence National de Sécurité sanitaire de l'alimentation

BPF: Bonnes Pratique de Fabrication

CSM: Cron, Soya, Milk

EFSA : Autorité Européenne de Sécurité des Aliments

EPP: Eau physiologie péptonée

FAO: Food and Agriculture Organization

GRET : Professionnels du développement solidaire

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PCA: Plate Count Agar

RUTF: Read to Use Therapeutic Food

UNICEF: United Nations Children's Fund

UN: United Nations

VRBL: Violet Red Bile Lactose

WFP: World Food Programme

WHO: World Health Organization

ISO: Organisation International de Normalisation

IRD : Institut de recherche pour le développement

IRAM : Institut de recherche et d'application des méthodes de développement

Liste des figures

- Figure 1 :** Diagramme générale de fabrication des farines infantiles (Etabli par nous, les étudiants)
- Figure 2 :** Etapes d'éliminations des saponines de quinoa
- Figure 3 :** Diagrammes technologiques du procédé de fabrication des différentes farines de base
- Figure 4 :** Dilution décimale
- Figure 5 :** Dénombrement la flore aérobie mésophile totaux (FAMT)
- Figure 6 :** Dénombrement des germes coliforme fécaux (CF) et coliformes totaux (CT)
- Figure 7 :** Dénombrement de salmonella
- Figure 8 :** Dénombrement de Staphylococcus aureus
- Figure 9 :** Dénombrement des levures et moisissures
- Figure 10 :** Résultats du test descriptif des différentes formules de farine infantiles

Liste des tableaux

- Tableau I :** Dates clés dans l'évolution de la fabrication des farines infantiles.
- Tableau II :** Composition moyenne des farines infantiles selon les normes internationales.
- Tableau III :** Principaux effets thérapeutiques (Quinoa, Caroube, Avoine, Datte)
- Tableau IV :** Comparatif harmonisé des exigences Codex Alimentarius (2023) et Union européenne (609/2013, 2016/127) pour les farines infantiles
- Tableau V :** Critère microbiologique des farines infantiles dans les normes internationales.
- Tableau VI :** Critère microbiologique des farines infantiles selon les normes Nigérienne et Burkina Faso.
- Tableau VII :** Critère microbiologique des farines infantiles dans les normes nationales algériennes.
- Tableau VIII :** Différentes formulations proposées pour notre farine infantile
- Tableau IX :** Résultat de classement des différentes formules de farines selon le test de classement
- Tableau X :** Résultat de classement des différentes formules de farines selon le (Odeur, Gout, Texture, Couleur) test descriptive
- Tableau XI :** Les résultats du dénombrement microbiologique de l'échantillon N°01
- Tableau XII :** Les résultats du dénombrement microbiologique de l'échantillon N°02

Introduction

La période d'alimentation complémentaire représente une transition nutritionnelle délicate en raison de l'immaturation du système digestif de l'enfant. L'allaitement maternel exclusif est donc recommandé pendant les 6 premiers mois de la vie de l'enfant. De plus, à partir de l'âge de six mois, la teneur en nutriments du lait maternel, notamment en termes d'énergie et de micronutriments, n'est plus suffisante pour couvrir les besoins de l'enfant ; il est alors nécessaire d'apporter aux nourrissons un aliment « spécial » en complément du lait maternel afin de couvrir les besoins énergétiques, mais aussi en micronutriments en diversifiant le repas avec des aliments riches en fer et en vitamine A (**UNICF et al., 2020**).

La diversification alimentaire commence nécessairement par des aliments solides sous forme liquide ou semi-liquide (bouillie, jus, purée), en raison de l'absence d'appareil dentaire solide combinée à la fragilité du tube digestif du nourrisson (**Sango et al., 2022**). Parmi ces aliments, les farines infantiles occupent une place essentielle. Elles sont spécialement formulées pour compléter l'apport du lait maternel et fournir les éléments nécessaires à une croissance saine.

Cependant, leur consommation pose également des défis en termes de qualité nutritionnelle, de sécurité et de respect des bonnes pratiques de fabrication (BPF). Les normes exigent que les préparations pour nourrissons soient produites dans des conditions strictement contrôlées, garantissant leur sécurité, leur qualité et leur valeur nutritionnelle. L'application efficace des BPF est essentielle pour garantir la qualité, la sécurité et la valeur nutritionnelle constantes des préparations pour nourrissons. Les farines infantiles peuvent être la seule source d'alimentation d'un nourrisson pendant un an. Les fabricants de préparations pour nourrissons ont la responsabilité de veiller à ce que des BPF efficaces soient appliquées à tous les produits qu'ils distribuent. Tout écart peut entraîner des risques importants, en particulier à un moment où la croissance et le développement du cerveau de l'enfant sont rapides et cruciaux et influent sur des aspects clés de la santé et du bien-être à long terme de l'enfant.

De légères altérations de l'odeur ou de la couleur, souvent négligées, peuvent dissimuler une contamination grave. Des cas d'intoxication par des farines contaminées ont été signalés dans différents pays, notamment chez des nourrissons âgés de 4 à 6 mois. Ces incidents soulignent la nécessité d'un contrôle rigoureux de la qualité microbiologique et organoleptique des produits destinés aux tout-petits (**OMS, 2022**).

Cette étude vise donc à contribuer à l'évaluation de la qualité organoleptique et microbiologique d'une farine infantile produite localement.

Pour ce faire, la travail a été structurée en trois parties : la première partie est consacrée à une revue bibliographique à jour sur le sujet, une deuxième partie consacrée à la présentation de la méthodologie et aux techniques utilisées, enfin, les résultats obtenus sont rapportés et discutés dans une troisième et dernière partie suivie d'une conclusion et perspectives.

Revue bibliographique

I-Contexte générale sur les farines infantiles :

Dans le monde les farines pour nourrissons jouent un rôle crucial dans la lutte contre la malnutrition chez les enfants âgés de 6 mois à 3 ans en particulier dans le monde entier. Diverses études mettent en évidence la composition nutritionnelle, les méthodes de production et la dynamique du marché de ces farines, en soulignant leur rôle dans l'alimentation complémentaire. Un aperçu sur les caractéristiques des farines pour nourrissons, leurs pratiques de production et leurs accessibilités au marché. Sera discuté dans le présent chapitre.

I.1- Définition des farines infantiles :

Une farine infantile est un aliment complémentaire donné aux enfants sous forme de bouillie, généralement à partir de l'âge de quatre à six mois, en plus du lait maternel. Elle doit être spécifiquement formulée pour répondre aux besoins nutritionnels des nourrissons, en prenant en compte les apports du lait maternel et la fréquence des repas quotidiens. En effet, dans de nombreuses situations, les enfants reçoivent moins de trois bouillies par jour, ce qui nécessite une composition adaptée pour garantir un apport nutritionnel suffisant (**Mouquet,1998**)

Selon le **Codex Alimentarius (2023)**, les farines infantiles sont des produits à base de céréales enrichis d'aliments riches en protéines. Elles sont conçues pour être préparées en les mélangeant avec de l'eau ou tout autre liquide adapté, à condition que ce liquide ne contienne pas de protéines.

En **2003 l'Organisation mondiale de la santé (OMS)**, a fournit des directives générales sur les farines infantiles, mais elle n'pas spécifie la valeur calorique exacte pour 100 g de farine infantile. Cependant, les farines infantiles sont généralement conçues pour fournir une densité énergétique adaptée aux besoins des nourrissons et des jeunes enfants. Les farines infantiles contiennent généralement 350 à 400 kcal pour 100 g de farine sèche, bien que cette valeur puisse varier en fonction des ingrédients et des ajouts, tels que les protéines, les lipides et les sucres. Leur composition nutritionnelle comprend environ 10 à 15 g de protéines, 70 à 80 g de glucides (dont moins de 10 g de sucres simples), 2 à 5 g de lipides et 3 à 5 g de fibres. Elles sont également enrichies en micronutriments essentiels, tels que le fer, le zinc, le calcium et les vitamines A, D, E et B, pour prévenir les carences nutritionnelles et soutenir une alimentation équilibrée.

I.2- Historique des farines infantiles :

L'histoire des farines infantiles est marquée par des innovations successives visant à lutter contre la malnutrition infantile, en particulier dans les pays en développement. Depuis les premiers mélanges simples de céréales et légumineuses dans les années 1920 jusqu'aux formulations scientifiques standardisées et aux produits modernes comme les pâtes nutritives prêtes à l'emploi (RUTF), la farine infantile a évolué pour répondre aux besoins nutritionnels des enfants.

Le tableau I trace les étapes clés de cette évolution, en mettant en lumière les dates importantes ainsi les événements marquants.

Tableau I : Dates clés dans l'évolution de la fabrication des farines infantiles.

Année	Événements	Références
1920 – 1930	•Début des mélanges simples de céréales (blé, maïs) et légumineuses (pois ou lentilles).	(FAO, 1950)
1940	•Programmes humanitaires post-guerre: Distribution des farines enrichies après la Seconde Guerre mondiale pour combattre la famine et la malnutrition infantile.	(WFP, 1962)
1950	•Développement des premières formulations scientifiques représentées par CSM Maïs Corn, Soy, Milk.	(UNICEF, 1962)
1960	•Standardisation et production à grande échelle des farines infantiles. •Établissement des normes pour garantir la qualité et la sécurité des farines.	(Codex Alimentarius, 1963)
1970	•Distribution de farines enrichies par l'UNICEF et des ONG pendant la crise alimentaire mondiale.	(UNICEF, 1975)
1980 – 1990	•Amélioration des formulations et introduction de normes internationales.	(WHO, 1985)
2000	•Développement des pâtes nutritives prêtes à l'emploi (RUTF).	(Collins et al, 2006)
2010	•Intégration des farines infantiles dans les programmes de santé publique. •Production locale et sensibilisation et communautés.	(FAO, 2012)
A ce jour (2025)	•Utilisation de technologies modernes pour améliorer la qualité et l'accessibilité. •Farines enrichies et adaptées aux besoins locaux.	United Nations (UN, 2020)

I.3- Composition des farines infantiles :

Reposant sur les grandes lignes des recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et les normes de santé publiques, le tableau suivant présente la composition générale d'une farine infantile.

Tableau II : Composition moyenne des farines infantiles selon les normes internationales.

Nutriment	Valeur moyenne 100/g	Références
Glucides	60-70g	(ANSES, 2022 ; EFSA, 2020 ; OMS, 2020)
Protéines	5- 10g	(ANSES, 2022 ; EFSA, 2020 ; OMS, 2020)
Lipides	10-25g	(EFSA, 2020 ; OMS, 2017)
Acides gras essentiels	2-3g (oméga 3 & 6)	(EFSA, 2020 ; OMS, 2020)
Fibres alimentaires	1-3g	(EFSA, 2020 ; OMS, 2020)
Vitamines	_ Vitamine A : 80-150ug _ Vitamine D : 1-3ug _ Vitamine E : 1-3mg _ Vitamine C : 5-15mg	(ANSES, 2022 ; EFSA, 2020 ; OMS, 2020)
Calcium	150-250mg	(ANSES, 2022 ; EFSA, 2020 ; OMS, 2020)
Fer	4-8mg	(EFSA, 2020 ; OMS, 2020)
Iode	15-30ug	(EFSA, 2020 ; OMS, 2020)
Sodium	10-30ug	(OMS, 2020)
Zinc	2-4mg	(EFSA, 2020 ; OMS, 2020)

La farine infantile est conçue pour répondre aux besoins nutritionnels des nourrissons, avec une composition typique incluant 350 à 400 kcal d'énergie, 5 à 10 g de protéines pour la croissance musculaire, et 60 à 70 g de glucides, principalement sous forme de malt dextrines ou d'amidon, pour fournir de l'énergie. Les lipides (10 à 25 g) apportent des acides gras essentiels comme les oméga-3 et oméga-6, essentiels pour le développement cérébral et visuel. Les fibres alimentaires (1 à 3 g) favorisent une digestion saine. La farine est également enrichie en vitamines et minéraux : vitamine A (80 à 150 µg) pour la vision et l'immunité, vitamine D (1 à 3 µg) pour l'absorption du calcium et la santé osseuse, vitamine E (1 à 3 mg) comme antioxydant, et vitamine C (5 à 15 mg) pour renforcer l'immunité et aider à l'absorption du fer. Le calcium (150 à 250 mg) soutient le développement des os et des dents, tandis que le fer (4 à 8 mg) prévient l'anémie. Le zinc (2 à 4 mg) et l'iode (15 à 30 µg) sont inclus pour soutenir la croissance, l'immunité et le développement cognitif. Enfin, des acides

gras essentiels comme le DHA (Acide docosahexaénoïque) et l'ARA (Acide arachidonique) (2 à 3 g) sont ajoutés pour favoriser le développement cérébral et visuel.

I.3.1- Effet thérapeutique des différents composants de la farine infantile étudiée :

✓ Quinoa :

Le quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) est une plante herbacée dicotylédone annuelle estivale de la famille des Amaranthaceae (Venlet et al., 2021). Il a été domestiqué pour la première fois dans les pays andins d'Amérique du Sud il y a environ 7 000 ans (Campos-Rodriguez et al., 2022). Le peuple andin a commencé à cultiver le quinoa, probablement pour ses valeurs nutritionnelles, sa tolérance à la sécheresse et sa capacité à pousser dans des conditions de forte salinité. Les Incas considéraient le quinoa comme une culture sacrée et l'appelaient la « céréale mère ».

Bien que négligée pendant des milliers d'années, l'importance agronomique et nutritionnelle de cette culture a été redécouverte au cours des 50 dernières années, ce qui a entraîné une résurgence de sa production. Le nombre de pays cultivant le quinoa a augmenté rapidement, passant de 8 en 1980 à 40 en 2010 et à plus de 100 pays en 2021. Les pays d'Amérique du Sud, à savoir la Bolivie, l'Équateur, et le Pérou, sont en tête de la production et représentent ensemble plus de 80 % de la production mondiale (Bazile et al., 2016). Il existe environ 250 espèces de *Chenopodium* dans le monde (Vega-Galvez et al., 2010).

Les grains de quinoa sont la principale partie comestible, et les grains sans gluten contiennent de grandes quantités de protéines, d'acides aminés essentiels, de minéraux et de vitamines essentiels. En raison de ces propriétés nutritionnelles et de ces bienfaits pour la santé, le quinoa est considéré comme un nouvel aliment sain, parfois appelé « super aliment » sur le site. Compte tenu de son importance, l'Assemblée générale des Nations unies a déclaré 2013 « Année internationale du quinoa ».

✓ Caroube :

Ceratonia siliqua L. est le nom botanique de la caroube. Il appartient à la famille des plantes et dérive du mot grec « Kera ». Ces fruits ont des formes kérateomorphes qui correspondent au mot latin *siliqua* qui fait référence à la dureté et à la forme des gousses (Papaefstathiou et al., 2018). Le caroubier (*C. siliqua L.*) est un arbre indigène dans la région de la Méditerranée, et y occupe une grande importance en raison des conditions économiques et environnementales (Ali, et al., 2022). Les industries cosmétiques, alimentaires et pharmaceutiques l'utilisent largement comme matière première (Iqra et al., 2023).

Le caroubier (*Ceratonia siliqua*) est un arbre à feuilles persistantes de la sous-famille des Caesalpinioideae de la famille des Légumineuse. *Ceratonia siliqua L.* est le nom scientifique

de la caroube, qui provient du mot grec « Kera », qui correspond à la forme kératomorphes du fruit, et du mot latin « siliqua », qui se rapporte à la fermeté et à la forme des gousses. Les régions occidentales de l'Asie constituent son habitat d'origine, après quoi il s'est étendu au bassin méditerranéen et à la côte occidentale de l'Amérique, à l'Afrique du Sud et aux régions méridionales de l'Australie.

De nos jours, il est largement cultivé le long de la zone méditerranéenne (**Fadel et al., 2017**). Le haricot vert est considéré comme ayant une grande importance économique et environnementale dans cette région (**Durazzo et al., 2014**). Selon les estimations de la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), la production de caroube a chuté de 165 990 tonnes en 2013 (**Yatmaz et Turhan., 2018**) à 136 612,75 tonnes en 2018.

Cette plante est utilisée par l'homme depuis l'Antiquité. Elle est appréciée pour son importance économique et culinaire. Ses graines, également connues sous le nom de caroube, sont utilisées comme source de nourriture pour les humains et le bétail (**Faostat., 2020**). Riches en glucides et en protéines, elles peuvent être réduites en poudre et utilisées comme substitut du chocolat (**Loullis et Pinakoulaki., 2018**).

✓ **Avoine :**

L'avoine (*Avena sativa L.*) est unique parmi toutes les cultures céréalières car elle possède de nombreux nutriments qui ont une valeur pour l'alimentation humaine, l'alimentation animale, les soins de santé et les cosmétiques (**Varma, 2016**). Il s'agit d'une plante annuelle cultivée depuis plus de 2000 ans dans différentes parties du monde et l'une des plus anciennes cultures connues de la civilisation humaine. Elle est apparue dans les cultures plusieurs milliers d'années après d'autres céréales telles que le blé et l'orge (**Murphy, 1992**).

Cette céréale est une source importante d'hydrates de carbone, de fibres alimentaires solubles, de protéines équilibrées, de lipides, de différents composés phénoliques, de vitamines et de minéraux. En raison de la sensibilisation croissante du public aux habitudes alimentaires saines, l'avoine a fait l'objet d'une attention accrue de la part des chercheurs scientifiques et des industries. Les entreprises du secteur alimentaire tiennent compte de l'amélioration de la composition nutritionnelle et de la popularité des céréales anciennes et développent de nouveaux produits alimentaires en incorporant l'avoine en tant que céréale ancienne dans les céréales pour petit-déjeuner, les boissons, le pain et les aliments pour nourrissons (**Boukid, 2019**). Bien que l'avoine soit principalement utilisée dans les céréales pour petit-déjeuner et les barres de collation, son inclusion dans différents produits serait très bénéfique pour les consommateurs en raison de ses propriétés bénéfiques pour la santé (**Paudel, 2018**).

✓ **Datte :**

Les dattes, issues du palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*), se distinguent par leur richesse en glucides, fibres alimentaires, vitamines, minéraux et acides aminés, leur conférant ainsi une valeur nutritionnelle élevée (**Ibrahim et al., 2021**). En plus de leur consommation à l'état frais, divers produits dérivés tels que le sirop, le jus, la confiture ou encore la pâte de dattes ont été développés. Ces transformations permettent de valoriser les dattes de qualité marchande inférieure, d'élargir les débouchés commerciaux et d'accroître la valeur ajoutée de la filière (**Harrak et al., 2018**).

Dans ce contexte, un enjeu majeur pour les producteurs et les transformateurs de dattes réside dans la garantie de la qualité et de la sécurité sanitaire de ce fruit, à chaque étape de la chaîne alimentaire, afin de satisfaire les exigences croissantes des consommateurs.

Tableau III: Principaux effets thérapeutiques (Quinoa, Caroube, Avoine, Datte).

Composition	Effets thérapeutique	Références
Quinoa	Bénéfique pour les maladies céliaque Effet Anti-hypertension Effet antioxydant Diminution des lipides sanguins Effet Anti-cancer Effet Antidiabétique Effet Anti- cardiopathie Effet Anti-obésité	(Sompinit et al., 2020) (Vilcacundo et al., 2017) (Camaggio et Amicarelli., 2014)
Caroube	Effet Anti-diarrhéique Effet Anti-régurgitation Activité anti-proliférative Effet Anti-hyperlipidémie Effet antidiabétique Prévient la migraine Activité antimicrobienne	(Goulas et al., 2016) (González et al., 2018) (Liang et al., 2012) (Nelson et al., 2013) (Rtibi et al., 2017) (Gazerani et al., 2021) (Jamous et al., 2015)
Avoine	Réduire les taux de cholestérol et de sucre dans le sang Réduit le risque de maladies cardiaques et	(Shehzad et al.,2023)

	vasculaires Bénéfique Pour les maladies céliaque Amélioration de la flore intestinale	
Datte	Réduire les niveaux de cholestérol dans le sang Maladies chroniques Bénéfique Maladies cardiaques	(Arshad et al., 2019) (Ali et al., 2012)

I.4-Différents types des farines infantiles :

Les farines infantiles se différencient principalement par leur composition et leur mode de préparation.

Les Farines infantiles à base de céréales sont préparées à partir d'une ou plusieurs céréales moulues, telles que le blé, le riz, l'orge, l'avoine, le seigle, le maïs, le mil, le sorgho et le sarrasin, qui doivent constituer au moins 25 % du mélange final sur la base du poids sec. Ils peuvent également contenir des légumineuses, des racines féculentes (comme l'igname ou le manioc), des tiges féculentes ou des graines oléagineuses dans des proportions moindres (**Codex Alimentarius, 2023**).

En fonction du mode de préparation en distingue deux types de farines infantiles :

- Les farines dites à cuire, qui nécessitent une cuisson plus ou moins prolongée par l'utilisateur. Elles sont généralement obtenues par des procédés tels que torréfaction/grillage, le broyage et le mélange de différentes matières premières, sans modification importante de leurs principaux constituants.
- Les farines instantanées, que l'on prépare sous forme de bouillies par simple mélange avec de l'eau portée à ébullition, sont produites grâce à des procédés souvent plus complexes, tels que la cuisson au four (type biscuit), le séchage sur rouleau ou la cuisson-extrusion (**Mouquet et al., 1998**).

I-5.Procédés et les étapes de la fabrication de la farine infantile :

Selon (**Sanogo, 1994**) la production des farine suit plusieurs étapes essentielles : dans d'entreposage des matières premières, leur transformation (triage, lavage, grillage, mouture, refroidissement), le conditionnement (pesage et emballage) et le stockage du produit fini.

La figure suivante représente les principales étapes de fabrication d'une farine infantile.

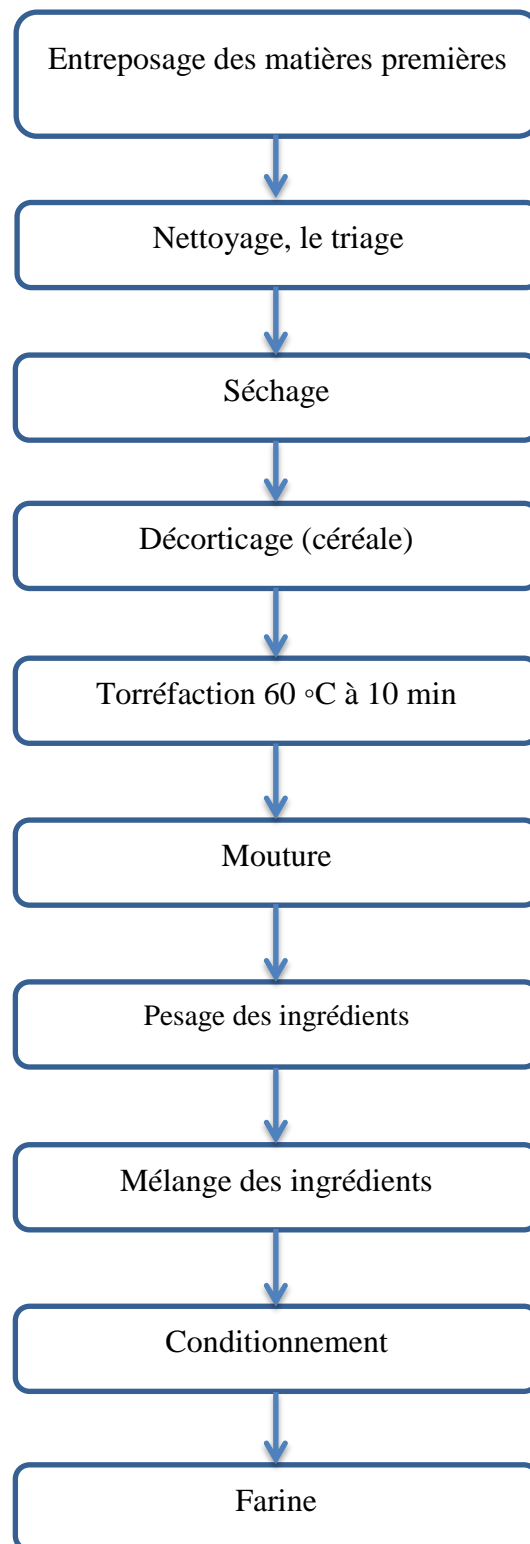


Figure 1 : Diagramme générale de fabrication des farines infantiles (Etabli par nous, les étudiants)

I.5.1 - L'entreposage des matières premières :

Pour préserver la qualité des matières premières, il est essentiel de les conserver dans un environnement propre et sec. Un tri et un séchage avant stockage sont recommandés pour limiter les pertes dues aux moisissures. Le stockage doit se faire dans un espace protégé de l'humidité, de la poussière et des insectes, avec des mesures adaptées comme des conteneurs ou des protections anti-insectes (**Sanogo, 1994**).

I.5.2 - Triage, Nettoyage et Lavage :

Le triage et le nettoyage à sec sont des étapes cruciales pour éliminer les impuretés telles que les cailloux, les graines endommagées, les débris métalliques et autres corps étrangers mélangés aux graines. Cette opération est souvent réalisée manuellement, ce qui requiert une main-d'œuvre importante. Pour faciliter le processus, on peut utiliser des tables de tri.

Le lavage permet de nettoyer les graines en éliminant la poussière ou les résidus de produits chimiques, comme les insecticides. Cette étape peut être effectuée dans des bassines ou de grands bacs équipés d'un tamis au fond pour retenir les graines. Il est également possible de concevoir un bac adapté pour laver jusqu'à 50 kg de graines en une seule fois (**Sanogo, 1994**).

I.5.3 - Séchage

Après le lavage, les grains sont séchés sur des tapis de séchage, du ciment ou dans des séchoirs solaires pendant 3 à 8 heures en fonction des conditions climatiques. Des séchoirs électriques peuvent également être utilisés, notamment pour le soja, où un séchage optimal garantit une bonne torréfaction (**Sanogo, 1994**).

I.5.4 - Décorticage :

Le décorticage des légumineuses, graines oléagineuses et certaines céréales (avoine, orge, sorgho, millet, teuf) permet de réduire les fibres et d'éliminer les composés nuisibles. Il améliore la digestibilité des protéines, la biodisponibilité des acides aminés et l'absorption des minéraux, optimisant ainsi la qualité nutritionnelle (**Codex Alimentarius, 2017**).

I.5.5 - Torréfaction (ou grillage):

La torréfaction améliore la saveur, l'arôme, la digestibilité et la conservation des aliments en réduisant leur humidité et en éliminant les micro-organismes et les insectes. Elle facilite également la mouture et la conservation des grains, tout en nécessitant un contrôle rigoureux pour éviter une baisse de la qualité protéique due à la réaction de Maillard. Enfin, le processus doit être suivi d'un refroidissement pour garantir un produit de qualité (**Codex Alimentarius, 2017 ; Sanogo, 1994**)

I.5.6 - Pesage des ingrédients :

Selon (**Sanogo, 1994**) Avant la mouture, les différents ingrédients composant la farine infantile (céréales, légumineuses, lait en poudre, sucre, etc.) sont pesés individuellement, puis mélangés avant d'être acheminés vers le moulin.

I.5.7 - Mouture :

La mouture transforme les graines en farine, nécessitant une finesse particulière pour les farines de sevrage. Elle doit être réalisée à basse température pour préserver les nutriments, avec une préférence pour la mouture à froid sur meules en pierre. Il est déconseillé de stocker trop de farine à l'avance, car elle perd ses qualités nutritives et peut rancir, surtout si elle est riche en lipides. L'humidité des grains influence l'équipement, la saveur et la conservation, un taux maximal de 12 % étant recommandé. Pour les farines infantiles, la mouture sèche est privilégiée (**Sanogo, 1994**).

I.5.8 - Conditionnement :

Le conditionnement marque la fin de la production et le début de la commercialisation, assurant la protection et la conservation du produit. L'emballage joue un rôle clé dans la communication avec le consommateur, avec une étiquette attractive mettant en avant ses qualités. Sa conception implique un travail approfondi, souvent en collaboration avec des acheteurs, et doit inclure des informations obligatoires. Conformément au Codex Alimentarius, elle doit mentionner au minimum :

- le nom du produit,
- la liste des ingrédients classés par ordre décroissant de proportion,
- la valeur nutritive (énergie, protéines, glucides, lipides, minéraux et vitamines),
- la date limite de consommation,
- les conditions de stockage spécifiques,
- le mode d'emploi,
- le nom et l'adresse du fabricant,
- le poids net du produit.

Il est également conseillé d'ajouter des mentions spécifiques, comme l'âge recommandé pour la consommation, notamment pour les nourrissons dès six mois en complément de l'allaitement maternel. De plus, un numéro de lot de fabrication doit être inclus pour faciliter le retrait éventuel de certains lots du marché (**Mouquet et al., 1998**).

I.6- Farines infantiles cadre réglementaire dans le monde et en l'Algérie :

La réglementation spécifique en matière d'alimentation infantile est souvent peu connue. Cependant, elle est essentielle pour répondre aux besoins nutritionnels des nourrissons et des jeunes enfants (à partir de 4 mois selon Codex, mais 6 mois recommandés par l'UE), tout en imposant des mesures de sécurité renforcées en raison de leur fragilité (AFANOR, 2017).

Le tableau ci-dessous présente une synthèse comparative des principales exigences réglementaires applicables aux farines infantiles, en croisant les directives du Codex Alimentarius (2023) et celles de l'Union européenne (règlement (UE) 609/2013, 2016/127)

Tableau IV: comparatif harmonisé des exigences Codex Alimentarius (2023) et Union européenne (609/2013, 2016/127) pour les farines infantiles.

Élément	Codex (2023)	Directive UE (609/2013, 2016/127)
Énergie	1 600–2 000 kJ/100g (sec)	1 600–2 000 kJ/100 g
Protéines	Sources sûres adaptées scientifiquement à l'enfant	Sources autorisées (lait, soja...), adaptées à l'âge
Glucides / Sucres	Limite du sucre ajouté ($\leq 10\%$ énergie)	Sucres ajoutés strictement limités selon UE
Vitamines & minéraux	Enrichissement encouragé (fer, calcium, etc.)	Enrichissement obligatoire (fer, calcium, B1, iode...)
Additifs	Liste autorisée. Usage limité, notamment pour arômes et épaississants.	Additifs très réglementés : uniquement ceux autorisés par le règlement (UE) 1333/2008.
Étiquetage nutritionnel	Doit inclure l'énergie, les protéines, lipides, glucides, vitamines et minéraux essentiels.	Étiquetage obligatoire selon règlement (UE) 1169/2011 + informations spécifiques pour nourrissons.
Publicité et promotion	Doit rester factuelle, sans idéaliser l'usage du produit.	Publicité fortement encadrée ; interdit de suggérer une équivalence avec l'allaitement.
Emballage	Emballage sécurisé.	Emballage sécurisé et respectueux de l'environnement (recyclable)

I.7- Marché des farines infantiles en Algérie :

Dans les pays sous développer, l'accès limité aux aliments riches en nutriments, comme les fruits, légumes et produits d'origine animale, pose un défi pour l'alimentation des jeunes enfants, surtout en milieu rural. Les aliments de complément commerciaux, notamment les

farines infantiles enrichies en micronutriments, peuvent représenter une solution pour combler ces déficits nutritionnels.

L'étude réalisée par, **IRD, IRAM, GRET, UNICEF**, en différents pays d'Afrique à savoir (Burkina Faso, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal et Tchad), a montré que les bouillies à base de céréales sont les principaux aliments de complément locaux, alors que d'autres types de produits restent très rares.

En Côte d'Ivoire, par exemple, des ingrédients locaux sont utilisés pour formuler des farines destinées à lutter contre la malnutrition infantile, mettant en lumière l'importance de compositions nutritionnelles conformes aux standards internationaux (**Mariame et al., 2024**). Parallèlement, l'intérêt pour les céréales complètes dans l'alimentation des nourrissons est en hausse, en raison de leurs bienfaits perçus sur la santé et de la demande croissante pour des produits naturels et durables. Toutefois, des obstacles subsistent, notamment en ce qui concerne l'acceptabilité gustative et la présence potentielle de contaminants (**Klerks et al., 2019**).

Le marché des préparations lactées pour nourrissons connaît également une forte croissance, surtout en Asie de l'Est, portée par des facteurs socio-économiques et commerciaux, mais cette évolution soulève des préoccupations quant à la baisse des taux d'allaitement et aux conséquences possibles sur la santé des enfants (**Baker et al., 2016**).

Selon l'étude de (**Benhamed et al., 2023**) le marché des farines infantiles en Algérie se caractérise par une disponibilité limitée du produit, ce qui révèle un certain manque et un besoin croissant sur le marché. L'offre actuelle dépend largement des importations, tandis que la production locale reste insuffisante et peu développée.

II-Critères microbiologique des farines infantiles :

Les critères microbiologiques applicables aux farines pour nourrissons sont essentiels pour garantir la sécurité et la santé des nourrissons qui consomment ces produits. Les études examinées mettent en évidence divers paramètres microbiologiques qui doivent être surveillés, notamment la flore mésophile aérobie totale, les coliformes et la présence d'agents pathogènes nocifs tels que Salmonella et les moisissures productrices de mycotoxines.

Les résultats indiquent que le respect des normes microbiologiques établies est essentiel pour les farines pour nourrissons.

II.1-Normes internationale :

Le tableau suivant représente quelque norme relative à la qualité microbiologique des farines infantiles :

Tableau V : Critère microbiologique des farines infantiles dans les normes internationales
(FCD, 2021)

Denrée	Germe	Critère REG EU 2073	Critère MP/MDD LS Réception Distribution (R)	Critère MP/MDD LS à DLC/DDM Distribution (D)
Préparation en poudre pour nourrissons	Entérobactéries	No détecté /10g	No détecté /10g	No détecté /10g
	Cronobacter	No détecté /10g	No détecté /10g	No détecté /10g
	Staphylocoques <i>coag</i> +	10	10	10
	Entéro toxines <i>Staphylococciques</i>	No détecté	No détecté	No détecté
	<i>Bacillus cereus</i>	50	50	50
	Salmonella	No détecté /25g	No détecté /25g	No détecté /25g
	<i>Listeria monocytogens</i>	No détecté /25g	No détecté /25g	No détecté /25g

Tableau VI: Critère microbiologique des farines infantiles selon les normes Nigérienne et Burkina Faso (UNICF et al., 2020)

	Normes : NBF 01-198 :2014 NN 01-010-02		Arrêt français du 1 ^{er} juillet 1976 relatif aux aliments destinés aux nourrissons et aux enfants en bas âge (Version consolidée au 24 juillet 2019)	
	En nombre de germes par g de farine			
	Farines à cuire	Farines instantanées	Farines à cuire	Farines instantanées
Bactéries aérobies mésophiles	<100 000*	<10 000*	<200 000	<50 000
Coliformes fécaux	<100*	<20*	<1000	<100
<i>Escherichia coli</i>	<10	<2	<10	<1
Levures et moisissures <i>Moisissures seules</i>	<1000	Non précisé	<1000	<1000
			<300	<300
Salmonelles	Absence dans 25g de produit fini		<1 pour 25g	<1 pour 25g
<i>Anaérobies sulfitoréducteurs</i> (spores et formes végétatives)			<100	<100
<i>Staphylocoques potentiellement dangereux</i>			<10	<1

*Spécifications microbiologiques s'appuyant sur l'ancienne version du CXC 21- 1979 (avant 2007)

II.2- Normes nationale algériens :(le journal officielle 2017)

Tableau VII : Critère microbiologique des farines infantiles dans les normes nationales algériennes.

Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ Métabolites	Plan d'Echantillonnage		Limites microbiologiques (ufc/g ou ufc/ml)	
		N	C	M	M
Préparations destinées aux nourrissons	Germes aérobies à 30°C	5	2	10 ³	10 ⁴
	Levures et moisissures	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Bacillus cereus</i>	5	1	50	5.10 ²
	<i>Staphylocoques à coagulas +</i>	5	0	Absence	
	<i>Enterobacteriaceae</i>	10	0	Absence dans 10 g	
	<i>Cronobacter spp</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	Salmonella	5	0	Absence dans 25 g	
Aliments destinés aux nourrissons de Plus de six mois et enfants en bas âge	Germes aérobies à 30°C	5	2	10 ³	10 ⁴
	<i>Bacillus cereus</i>	5	1	10 ²	10 ³
	<i>Staphylocoques à coagulas +</i>	5	0	Absence	
	<i>Enterobacteriaceae</i>	5	0	10	
	Salmonella	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	Préparations nécessitant une cuisson Avant la consommation	Germes aérobies à 30°C	5	2	10 ⁴
<i>Coliformes totaux</i>		5	2	10 ²	10 ³
Levures et moisissures		5	2	10 ²	10 ³
<i>Staphylocoques à coagulase +</i>		5	2	10	10 ²
Salmonella		5	0	Absence dans 25 g	

II.3- Facteur influçant la qualité microbiologique :

La qualité microbiologique des farines pour nourrissons est influencée par plusieurs facteurs critiques, notamment la teneur en eau, le pH et les conditions de transport. Ces éléments jouent un rôle important dans la croissance des micro-organismes, ce qui peut affecter la sécurité et la valeur nutritionnelle des aliments pour nourrissons. Il est essentiel de comprendre ces facteurs pour garantir la santé des nourrissons qui consomment ces produits.

II.3.1- Teneur en eau et l'activité de l'eau (AW) :

Une activité hydrique élevée dans les farines pour nourrissons peut favoriser la prolifération microbienne, notamment celle d'agents pathogènes comme *Cronobacter* spp. et les Enterobacteriaceae (**Polyanina et al., 2024**).

Il est crucial de maintenir un niveau d'humidité optimal, car une humidité excessive peut favoriser la détérioration et la contamination (**Waré et al., 2018**).

II.3.2- pH :

Le pH des farines pour nourrissons joue un rôle clé dans la survie microbienne ; un pH plus bas peut inhiber la croissance de bactéries pathogènes (**TAPSOBA et al., 2022**).

Les niveaux de pH optimaux des aliments pour nourrissons se situent généralement entre 4,5 et 7, contribuant ainsi au contrôle des populations microbiennes (**Rivas et al., 1985**).

II.3.3- Température :

Les conditions optimales de croissance microbienne sont fortement influencées par la température. Par exemple, les préparations pour nourrissons peuvent rester sûres pendant 40 heures lorsqu'elles sont stockées au réfrigérateur (2-8 °C), mais leur durée de sécurité est réduite à seulement 6 heures à température ambiante (23-25 °C) (**Pereira et al., 2015**).

Survie des agents pathogènes : Certains agents pathogènes, comme *Salmonella* et *Cronobacter*, ont la capacité de survivre dans les préparations en poudre pour nourrissons, ce qui suscite des préoccupations concernant le contrôle de la température lors du stockage et de la préparation (**Lang et Sant 'Ana, 2021**).

II.3.4- Humidité :

Activité de l'eau (Aw) : La teneur en humidité des farines pour nourrissons influence la croissance microbienne. Une humidité élevée peut accroître l'activité de l'eau, favorisant ainsi la prolifération de bactéries comme *Bacillus cereus*, qui a été détectée dans plusieurs échantillons d'aliments pour nourrissons (**Sadek et al., 2018**).

Résistance à la dessiccation : Certains agents pathogènes sont capables de résister aux processus de séchage, ce qui rend plus difficile le contrôle de la contamination microbienne dans les farines pour nourrissons (**Lang et Sant 'Ana, 2021**).

II.3.5- Stockage :

Pratiques hygiéniques : Des conditions de stockage adéquates, telles que la propreté et le contrôle de la température, sont cruciales pour préserver la qualité microbiologique. Des environnements de stockage contaminés peuvent entraîner une forte charge microbienne dans les aliments pour nourrissons (**Pereira et al., 2015**).

Modélisation prédictive : Les avancées en microbiologie prédictive permettent d'évaluer l'impact des conditions de stockage sur la sécurité microbienne, offrant ainsi une meilleure gestion des produits alimentaires pour nourrissons (**Roberts, 1997**).

II.3.6- Transport :

Les conditions de transport, notamment la température et l'humidité, influencent considérablement la qualité microbiologique des farines pour nourrissons (**Waré et al., 2018**).

Une mauvaise gestion du transport peut entraîner une prolifération microbienne, comme l'ont démontré certaines études où les échantillons ont dépassé les seuils de contamination acceptables (**Polyanina et al., 2024**).

II.4- Impact des procédés de transformation sur la qualité des farines infantiles :

Les procédés de transformation que sont le traitement thermique et le séchage ont un impact significatif sur les propriétés de la farine pour nourrissons, en améliorant la digestibilité et en modifiant les profils nutritionnels. Ces procédés modifient les caractéristiques de l'amidon, qui sont cruciales pour la nutrition des nourrissons, et peuvent également influencer la sécurité et la qualité du produit final.

Le traitement thermique à haute température, par exemple à 150 °C pendant 30 minutes, permet de réduire efficacement l'activité des enzymes lipolytiques, prolongeant ainsi la durée de conservation des produits jusqu'à 60 jours (**Padmaja et al., 2023**). Cependant, un traitement thermique excessif peut l'entraîner une perte de nutriments et la formation de contaminants nocifs, nécessitant un contrôle minutieux lors de la transformation (**Torrents-Masoliver et al., 2022**). Les techniques de séchage, notamment celles utilisant de la vapeur, optimisent les propriétés de la farine en augmentant sa capacité d'absorption d'eau et en réduisant sa viscosité (**Lanqing, 2018**). Bien que les procédés à chaleur humide soient plus efficaces pour inactiver les agents pathogènes, ils peuvent compromettre la durée de conservation en raison de l'augmentation de la teneur en humidité, nécessitant un séchage ultérieur (**Grasso et al., 2014**). Enfin, l'emballage sous atmosphère modifiée (MAP) préserve significativement la qualité des préparations en poudre pour nourrissons en réduisant l'oxydation et en maintenant les niveaux de bactéries bénéfiques (**An et al., 2018**). Les environnements à forte teneur en CO₂ dans les emballages ont également démontré leur efficacité en abaissant les valeurs de peroxyde et en préservant l'intégrité du produit pendant des périodes de stockage prolongées (**An et al., 2018**).

III : Critères organoleptiques des farines infantiles :

III.1 : Introduction sensoriel :

Les critères organoleptiques des farines infantiles concernent les caractéristiques sensorielles perçues par les sens, notamment l'odorat, le goût, la vue et le toucher. C'est grâce aux analyses sensorielles ces derniers qu'on évalue ces propriétés organoleptiques. Elle permet de mesurer, analyser et interpréter les réponses sensorielles des individus pour évaluer la qualité, l'acceptabilité ou les préférences des consommateurs. Cette méthode repose sur des protocoles standardisés et l'utilisation de panels de dégustateurs (experts ou consommateurs) pour garantir des résultats fiables et objectifs (**ISO, 2008**).

Les caractéristiques organoleptiques de la farine pour nourrissons, notamment son aspect visuel, sa texture, son odeur, son goût, dissolution et aspect après préparation sont cruciales pour déterminer son acceptabilité et sa pertinence en tant qu'aliment complémentaire pour nourrissons. Ces caractéristiques influencent à la fois l'attrait sensoriel et l'adéquation nutritionnelle de la farine, qui sont essentiels pour garantir que les nourrissons reçoivent les nutriments nécessaires à leur croissance et à leur développement.

Les caractéristiques sensorielles des farines infantiles jouent un rôle essentiel dans leur acceptabilité par les nourrissons et leurs parents. Visuellement, la farine doit inspirer confiance par une couleur claire et homogène, sans taches ni impuretés, et la bouillie obtenue après reconstitution doit être stable, appétissante et sans séparation d'eau en surface (**Bamisa, 2024**). La texture, quant à elle, doit être fine et homogène, sans grumeaux, permettant une bonne dissolution dans l'eau ou le lait ; la bouillie obtenue doit être lisse et onctueuse, facilitant la déglutition du nourrisson (**Sika et al., 2019**). L'odeur constitue également un critère clé : elle doit être légère, céréalière ou lactée, sans notes rances, fermentées ou chimiques qui pourraient signaler une altération du produit (**Sika et al., 2019**). Toutefois, des changements d'odeur peuvent survenir au fil du temps, notamment après une utilisation répétée (**Li et al., 2024**), les aldéhydes et cétones tels que le pentanol et l'hexanal étant les composés aromatiques les plus courants (**Yu et al., 2023**). Le goût, enfin, doit être doux, agréable, souvent légèrement sucré, sans amertume ni acidité, avec des arômes neutres ou lactés adaptés au palais sensible des nourrissons (**Houssou et al., 2024**). Il est à noter que l'exposition prénatale aux arômes via le liquide amniotique peut influencer les préférences gustatives des nourrissons (**Forestell, 2024**).

Bien que les propriétés sensorielles soient cruciales, l'équilibre nutritionnel et la sécurité des ingrédients utilisés restent des éléments fondamentaux pour garantir la santé des nourrissons.

III.2. Méthode d'analyse sensorielle :

Pour évaluer les caractéristiques sensorielles d'un produit, on utilise principalement trois méthodes: méthodes descriptive, méthodes discriminative et méthodes hédonique (**Pensé-Ihéritier, 2018**).

III.2.1- Méthodes descriptifs :

Un test descriptif permet d'obtenir des descriptions verbales des produits, servant à comparer leurs similitudes et différences, tout en identifiant les attributs sensoriels majeurs influençant les préférences des consommateurs (**Stone, 2020**). Cette méthode trouve de multiples applications industrielles et scientifiques, notamment : la conception et l'optimisation de produits, la définition de standard qualité sensorielle, la création de références pour les tests de conservation, l'amélioration de la durée de vie des produits, ainsi que des comparaisons objectives avec des produits concurrents. Elle permet également de corréler les attributs perçus avec des paramètres instrumentaux, chimiques ou physiques, et d'évaluer leur impact sur l'acceptabilité par les consommateurs (**ISO, 2016**).

III.2.2- Méthodes discriminatifs :

Les méthodes discriminatives ont pour objectif de mettre en évidence l'existence de différences sensorielles entre des échantillons, ainsi que la direction de ces variations lorsque celles-ci sont perçues. Faciles à mettre en œuvre, elles peuvent être réalisées avec des participants peu expérimentés. Elles sont couramment employées dans le cadre du contrôle qualité, notamment lors de la substitution d'ingrédients, et permettent d'évaluer l'impact, même faible, d'un changement de procédé sur les propriétés sensorielles d'un produit (**Pensé-Ihéritier, 2018**). On distingue principalement trois types de tests discriminatifs : le test triangulaire, le test duo-trio, la comparaison par paires (**Stone, 2020**).

III.2.3- Test triangulaire :

Cette méthode à choix forcé, plus efficace statistiquement que le test duo-trio, permet de détecter des différences portant sur une ou plusieurs propriétés sensorielles, sans toutefois en préciser la nature, l'intensité ou la direction. Bien qu'inadaptée aux produits à forte rémanence ou aux arômes persistants, elle s'applique même lorsque la différence est inconnue. Son utilisation couvre à la fois la détection de différences (test triangulaire) ou de similitudes, ainsi que la sélection et l'entraînement des sujets (**ISO, 2021**).

III.2.4- Test duo-trio :

Il permet de détecter des différences, qu'elles portent sur une ou plusieurs propriétés sensorielles. Bien que statistiquement moins efficace que le test triangulaire, elle est plus simple à mettre en œuvre pour les sujets. Applicable même lorsque la nature de la différence est inconnue (sans en préciser l'intensité, la direction ou les attributs concernés), elle nécessite

toutefois des produits relativement homogènes. Elle sert à identifier des différences (test duo-trio de différence) ou des similitudes (test duo-trio de similitude), ainsi qu'à sélectionner et entraîner les sujets. Deux variantes existent : la technique de référence constante (pour les produits familiers) et la technique de référence équilibrée (lorsqu'aucun produit n'est mieux connu que l'autre) (ISO, 2017).

III.2.5- Test de comparaison par paires :

L'essai de comparaison par paires est la méthode de classement sensorielle la plus simple, basée sur l'évaluation de deux échantillons. Elle permet de détecter une différence perceptible, qu'elle concerne une ou plusieurs propriétés, et d'en identifier la nature, mais sans en mesurer l'amplitude. Cependant, l'absence de différence pour un attribut donné n'exclut pas la possibilité de divergences sur d'autres caractéristiques entre les produits (ISO, 2005).

III.2.6- Test Hédoniques :

Les épreuves hédoniques peuvent être utilisées pour plusieurs finalités. Elles permettent notamment de comparer un produit à ses concurrents, d'optimiser sa formulation afin d'obtenir une meilleure appréciation de la part des consommateurs, ou encore de définir une gamme adaptée à une cible spécifique. Elles servent également à déterminer la date de durabilité minimale, à évaluer l'impact d'un changement de formulation sur l'agrément procuré, et à analyser l'influence des caractéristiques sensorielles sur l'appréciation globale du produit, indépendamment des facteurs extrinsèques tels que la marque, le prix ou la publicité. Enfin, elles peuvent aussi être mobilisées pour étudier l'effet de variables commerciales ou de présentation, comme l'emballage (ISO, 2014).

III.2.7- Test de classement :

Les tests de classement organoleptique sont une méthode utilisée pour évaluer et comparer les attributs sensoriels des produits, tels que le goût, l'arôme et la texture, en les classant en fonction de critères spécifiques. Cette méthode est particulièrement utile pour déterminer les différences entre plusieurs échantillons et est largement appliquée dans les industries alimentaires et des boissons. Le test de classement est une approche simple qui implique que les panélistes classent les échantillons en fonction d'un attribut spécifié, tel que l'amertume ou l'intensité de l'arôme, afin d'identifier toute différence significative entre eux (Whelan, 2017).

Matériel et méthodes

L'objectif principal de notre étude est d'évaluer la qualité microbiologique et organoleptique d'une farine infantile préparé à base de produit local.

Le travail expérimental a été réalisé au Laboratoire pédagogique l'université Ain Témouchent et le Laboratoire d'hygiène de wilaya d'Ain Témouchent est une infrastructure implantée au niveau de l'ancienne direction de la santé de wilaya.

L'étude a été réalisée durant la période Avril, Mai et juin 2025.

- ✓ **La première étape** a été consacrée à la préparation des matières premières et la formulation de farine infantile étudiée
- ✓ **La deuxième étape** a été nécessaire pour l'analyse microbiologique et organoleptique
- ✓ **La troisième étape** interprétation des résultats

I. Préparation des matières premières et la formulation de farine infantile étudiée :

I.1- Préparation de la farine de quinoa (élimination des saponines) :

Au laboratoire pédagogique, les grains de quinoa ont été débarrassés de leurs saponines selon les étapes suivantes :

- **Pesage** : Une quantité initiale de 500 g de grains de quinoa a été pesée, puis divisée en deux portions de 250 g afin de faciliter l'étape de frottage.
- **Nettoyage** : Les impuretés ont été éliminées manuellement par lavage à l'eau, à l'aide d'une filtration répétée trois fois pour garantir l'élimination complète des corps étrangers.
- **Frottage** : Les grains ont été frottés manuellement avec de l'eau du robinet. Cette opération a été répétée trois fois, pendant 10 à 15 minutes à chaque fois, afin de retirer la totalité des saponines.
- **Séchage** : Les grains ont ensuite été séchés dans une étuve réglée à 50 °C pendant 48 heures.
- **Broyage** : Enfin, les grains secs ont été broyés à l'aide d'un broyeur Bomann 28000m, afin d'obtenir une farine de quinoa fine.

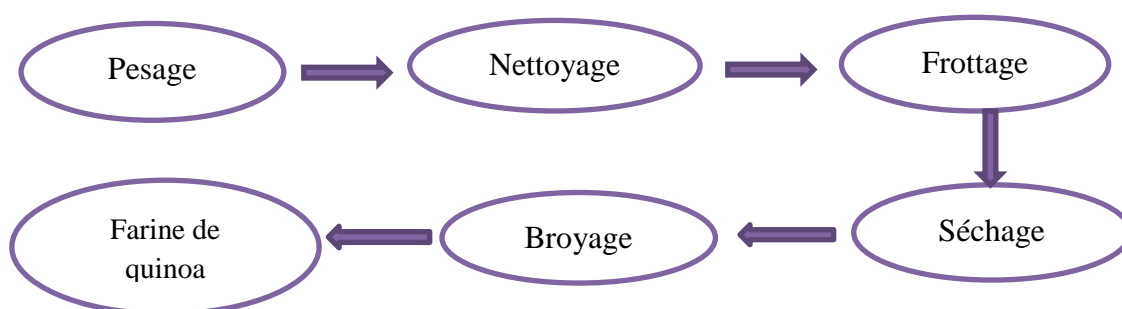


Figure 2 : Etapes d'éliminations des saponines de quinoa

I.2- Production des farines de matières premières :

Caroube, l'avoine et les dattes en poudre ont été achetées sur un marché de Ain t'émouchent, tandis que les grains de quinoa ont été collectés auprès de l'ITIDAS Adrar. Le choix de ces matériaux est justifié par leur haute valeur nutritionnelle et leur présence dans les habitudes alimentaires de la population algérienne.

Selon les travaux de (Fikry et al., 2021 ; He et al., 2020), des schémas technologiques ont été élaborés pour la mise au point des procédés de fabrication des différentes farines de base utilisées dans la formulation de la farine infantile.

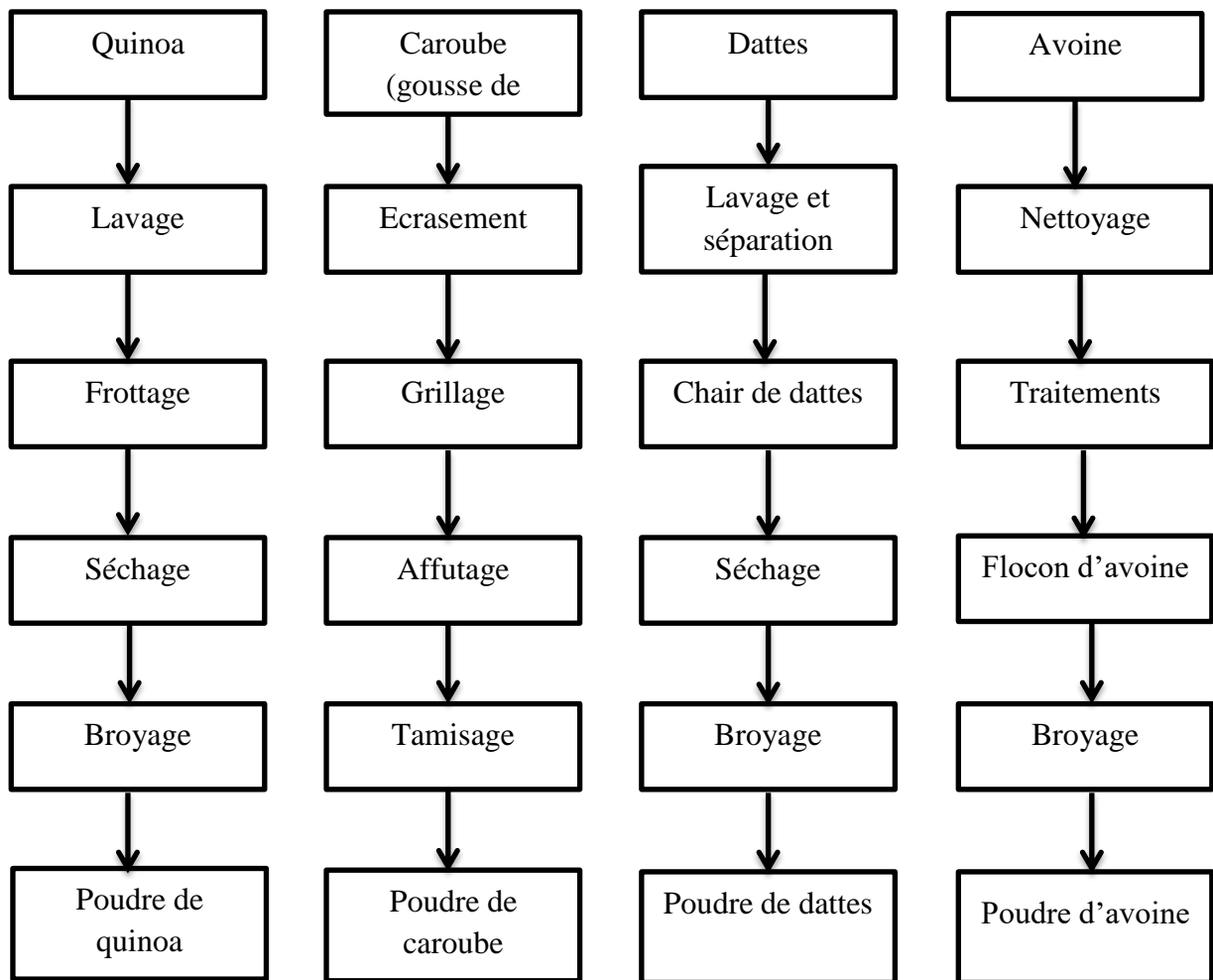


Figure 3 : Diagrammes technologiques du procédé de fabrication des différentes farines de base

I.3- Formulation de la farine infantile :

Pour mener à bien la formulation des farines testées, la méthodologie de (Mbacham et al., 2018 et Amino et al., 2015) a été adoptée : quatre (04) formulations de farines ont été établies

en utilisant un rapport (céréales : légumineuses) de 2/3.1/3 de quinoa et 1/3 de l'avoine étaient présents dans des proportions égales (66%). 1/3 entre le caroube et la poudre des dattes.

Tableau VIII: Différentes formulations proposées pour notre farine infantile.

Formules	Combinaisons	Proportions (%)
F1	PQ + PA + PC + PD	33,3% + 33,3% + 11,2% + 22,2%
F2	PQG + PAG + PC + PD	33,3% + 33,3% + 11,2% + 22,2%
F3	PQ + PA + PC + PD	33,3% + 33,3% + 2,8% + 30,5%
F4	PQG + PAG + PC + PD	33,3% + 33,3% + 2,8% + 30,5%

F1, F2, F3 et F4 sont les différentes formules obtenues après le mélange des différentes proportions de céréales et légumineuses. **PQ:** Poudre de Quinoa, **PA:** Poudre d'Avoine, **PC:** Poudre du Caroubier, **PD:** Poudre des Dattes, **PQG:** Poudre de Quinoa Grillé, **PAG:** Poudre d'Avoine grillé.

II. Caractérisation microbiologique et organoleptique :

II.1- Caractérisation microbiologique :

Les analyses microbiologiques ont été réalisées selon les normes algériennes en vigueur relatives à chaque microorganisme. Les germes dénombrés ou recherchés étaient essentiellement la flore mésophile aérobie totale (FMAT), les coliformes totaux (CT), les coliformes fécaux (CF), les *Staphylococcus aureus*, les *Salmonelles*, les levures et les moisissures. Les échantillons ont été ensemencés en profondeur ou en surface selon les flores recherchées, tout en respectant les conditions préconisées pour chaque germe recherché.

II.1.1- Préparation de la solution mère :

Introduire aseptiquement 25 g de farine infantile dans un flacon stérile contenant au préalable 225 ml d'eau physiologie péptonée (EPP).

Homogénéiser pendant 6 à 8 minutes. Cette suspension constitue alors la dilution mère (DM) qui correspond donc à la dilution 1/100 ou 10^{-1} .

➤ Préparation des dilutions décimales :

- A l'aide d'une pipette graduée stérile de 10ml. Transférer 9ml de diluant EPP dans des cinq tubes à vis stérile.
- Un 1 ml de la solution mère (10^{-1}) est prélevé par une pipette stérile est introduit dans un tube à vis contenant 9ml de EPP. Cette dilution sera alors au (10^{-2}).

- Homogénéiser soigneusement ce tube et à l'aide d'une nouvelle pipette stérile, prélever 1 ml de la dilution (10^{-2}) puis l'introduire dans un 2ème tube contenant 9ml de TSE, on obtient la dilution (10^{-3}).
- Continuer de la même manière jusqu'à l'obtention de la dilution (10^{-6}).

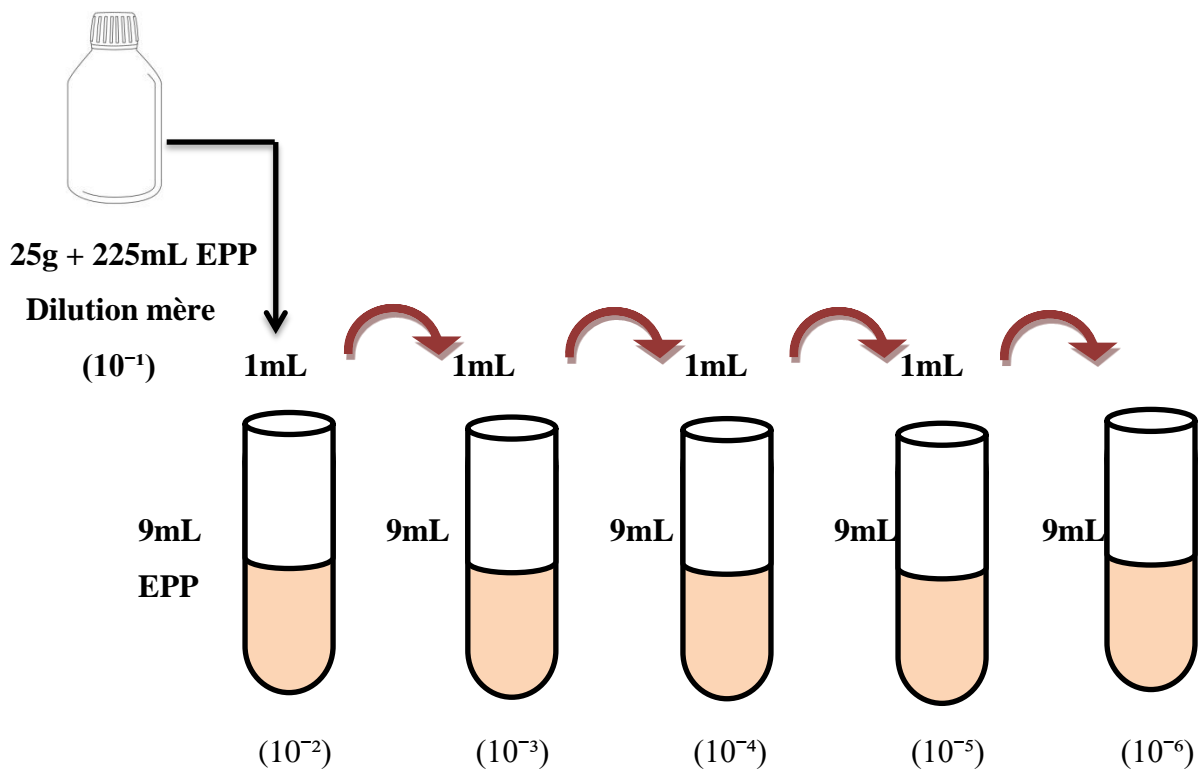


Figure 4: Dilution décimale

II.1.2- Recherche et dénombrement des différents germes :

II.1.2.1- Recherche et dénombrement la flore aérobie mésophile totaux à 30°C :

- A partir des dilutions décimales porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution dans des boîtes de Pétri vides, numérotées.
- Puis en verse 10 à 15 ml de gélose PCA fondue puis refroidie à 45°C.
- Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de 8 pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisé.

➤ **Incubation :**

Après solidification Les boîtes sont ensuite incubées couvercle en bas à l'étuve à 30°C pendant 72 heures.

➤ **Lecture :**

La lecture aura lieu après 24 et 48 et 72 heures par le comptage des colonies blanches sous forme lenticulaire.

➤ **Calcul:**

On peut également compter toutes les colonies de deux dilutions successives Présentant entre 15 et 150 colonies par boîte et appliquer la formule suivante :

$$N = \frac{\sum C}{1.1 \times d}$$

$\sum C$: est la somme des colonies comptées dans deux boîtes de dilution.

d : est la valeur de la première dilution retenue parmi les deux boîtes.

NB : Cette formule est valable aussi pour le dénombrement des autres germes étudiés.

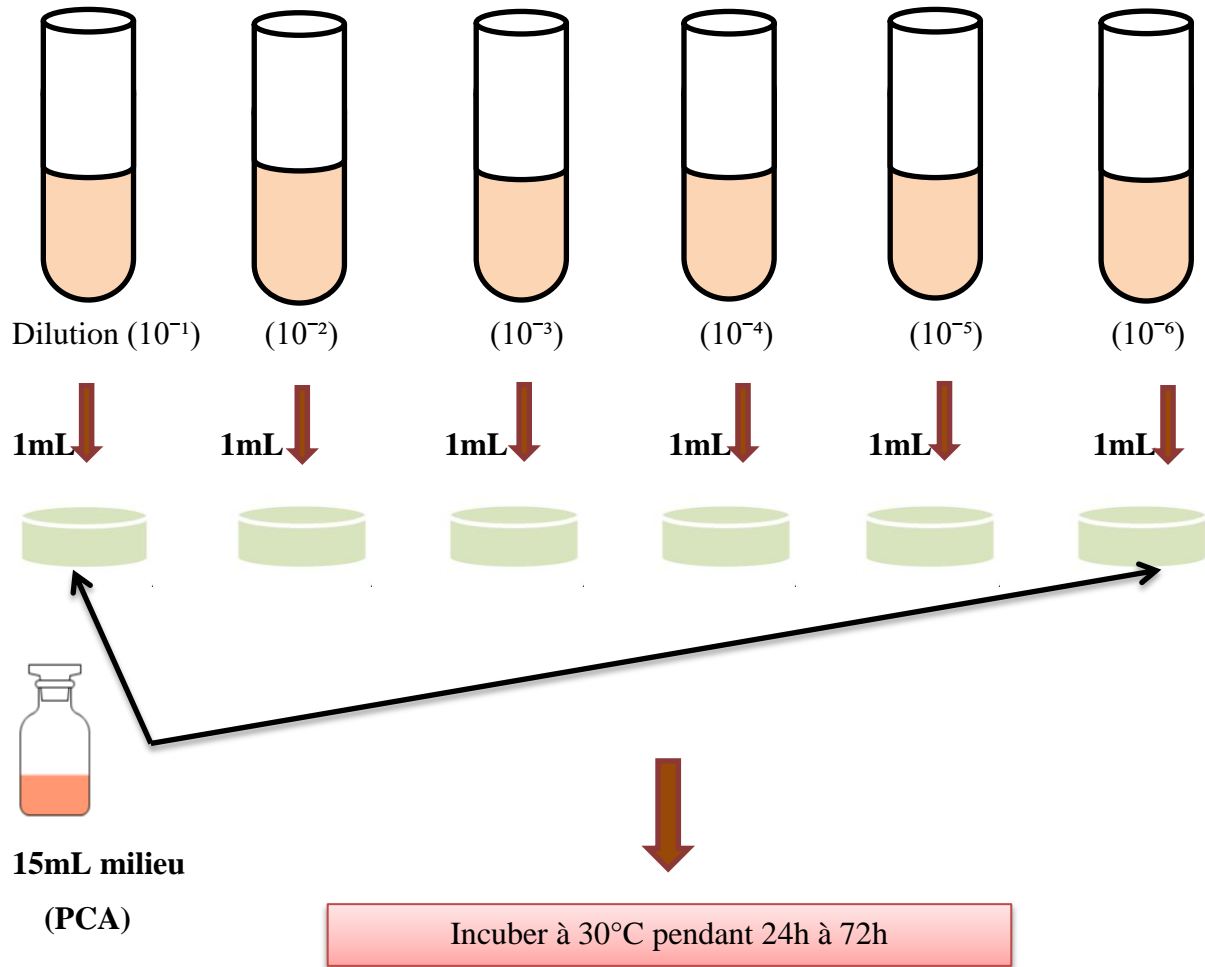


Figure 5: Dénombrement la flore aérobie mésophile totaux (FAMT)

II.1.2.2- Recherche et dénombrement des coliformes fécaux et des coliformes totaux :

- Fondre la gélose VRBL dans un bain marie à 100 °C et laisser refroidir à 45 °C.
- Prélever aseptiquement 1 ml de chaque dilution décimale (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) à l'aide d'une pipette graduée stérile.
- Déposer le volume prélevé au fond de boîtes de Pétri stériles, sous forme de gouttes.
- Verser 10 à 15 ml de la gélose VRBL dans des boites de pétries contenant et laisser prendre une masse. Prélever de même manière et même gélose pour coliformes totaux (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3})
- L'inoculum est homogénéisé bien au milieu de la culture par des mouvements circulaires en forme de « 8 », laissé solidifier sur paillasse puis incubé.

➤ **Incubation :**

Nous avons incubées les boîtes de pétri pendant 24 à 48 heures dans l'étuve.

- A 37°C pour les coliformes totaux.

- A 44°C pour les coliformes fécaux.

➤ **Lecture :**

La lecture est faite après 24h à 48h d'incubation par le comptage des colonies rouges foncées et le résultat est exprimé en unité UFC/gr.

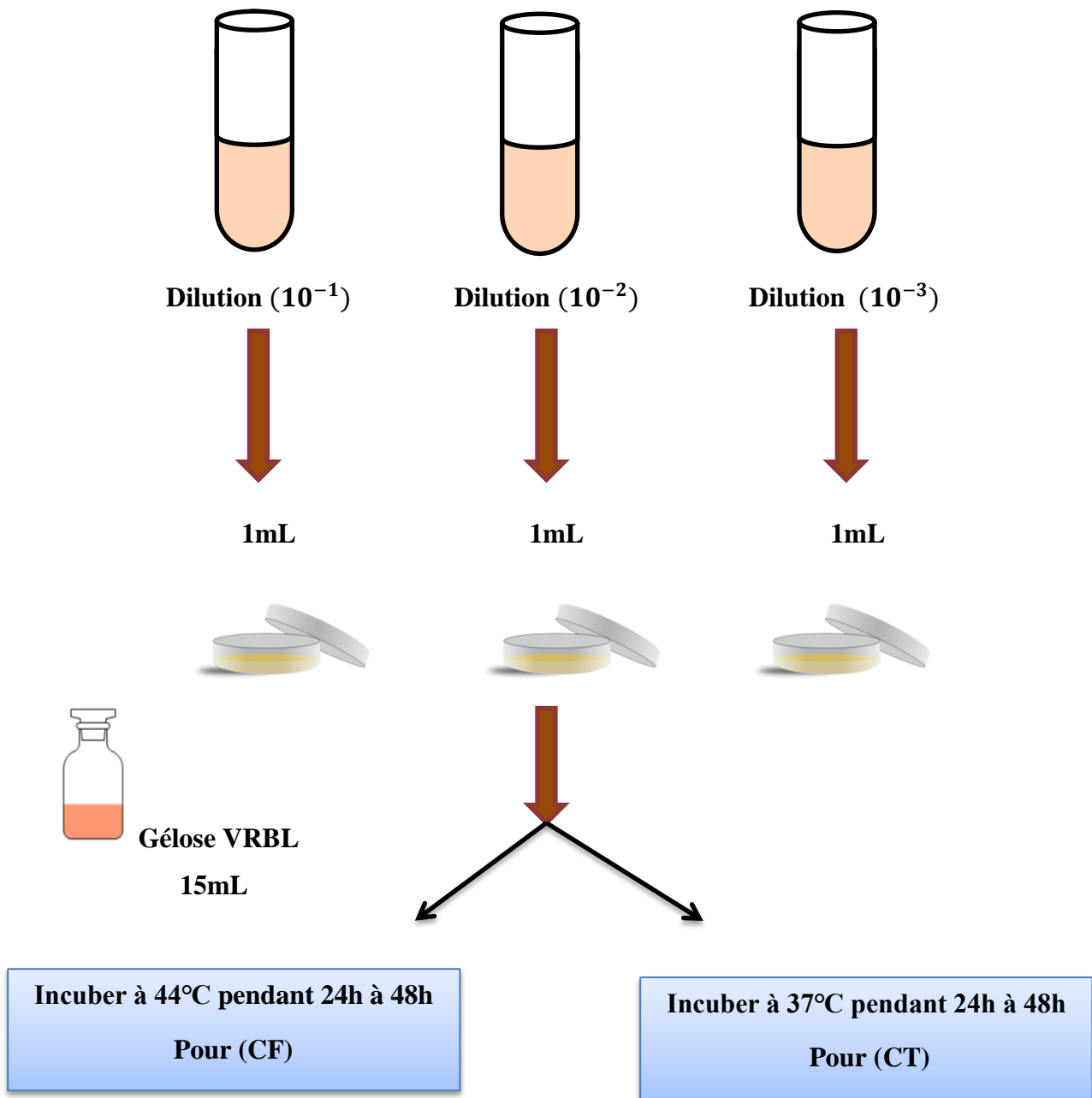


Figure 6: Dénombrement des germes coliforme fécaux (CF) et coliformes totaux (CT)

II.1.2.3- Recherche et dénombrement des salmonelles :

La recherche de Salmonella s'effectue en 04 jours:

➤ Jour 1: pré-enrichissement

Introduire 20 gramme de farine infantile dans un flacon stérile contenant 180 ml d'eau péptonée tamponnée (EPP) ,homogénéisé puis incubé à 37°C pendant 24 h.

➤ Jour 2: Enrichissement

Deux milieux différents selon le protocole suivant :

- Prendre 2ml de pré-enrichissement et le déposer aseptiquement dans un tube contenant le milieu SFB et en ajouter 2 disques d'additif SFB.
- Homogénéiser et incubé à 37°C pendant 24 h.
- Prendre 0.1ml de solution mère et introduire dans un tube contenant le milieu Rappaport.
- Homogénéiser et incubé à 44 °C pendant 24 h.

➤ Jour 3: Isolement

- Faire fondre la gélose Hektoen, et la refroidir à 45°C.
- L'isolement se fait sur un milieu sélectif (Hektoen).
- Couler la gélose dans une boîte de pétri et laisser refroidir.
- Placer la boîte à l'étuve à 37°C pour sécher la gélose.
- A partir les 2 tubes prendre une goutte avec l'anse de platine stérile puis déposer sur la gélose et étaler la goutte par des stries séries.
- Ensuite incubé à 37°C pendant 24h.

➤ Jour 4: lecture

L'apparition des colonies de couleurs vertes à centre noir dans la boîte indique la présence de Salmonella.

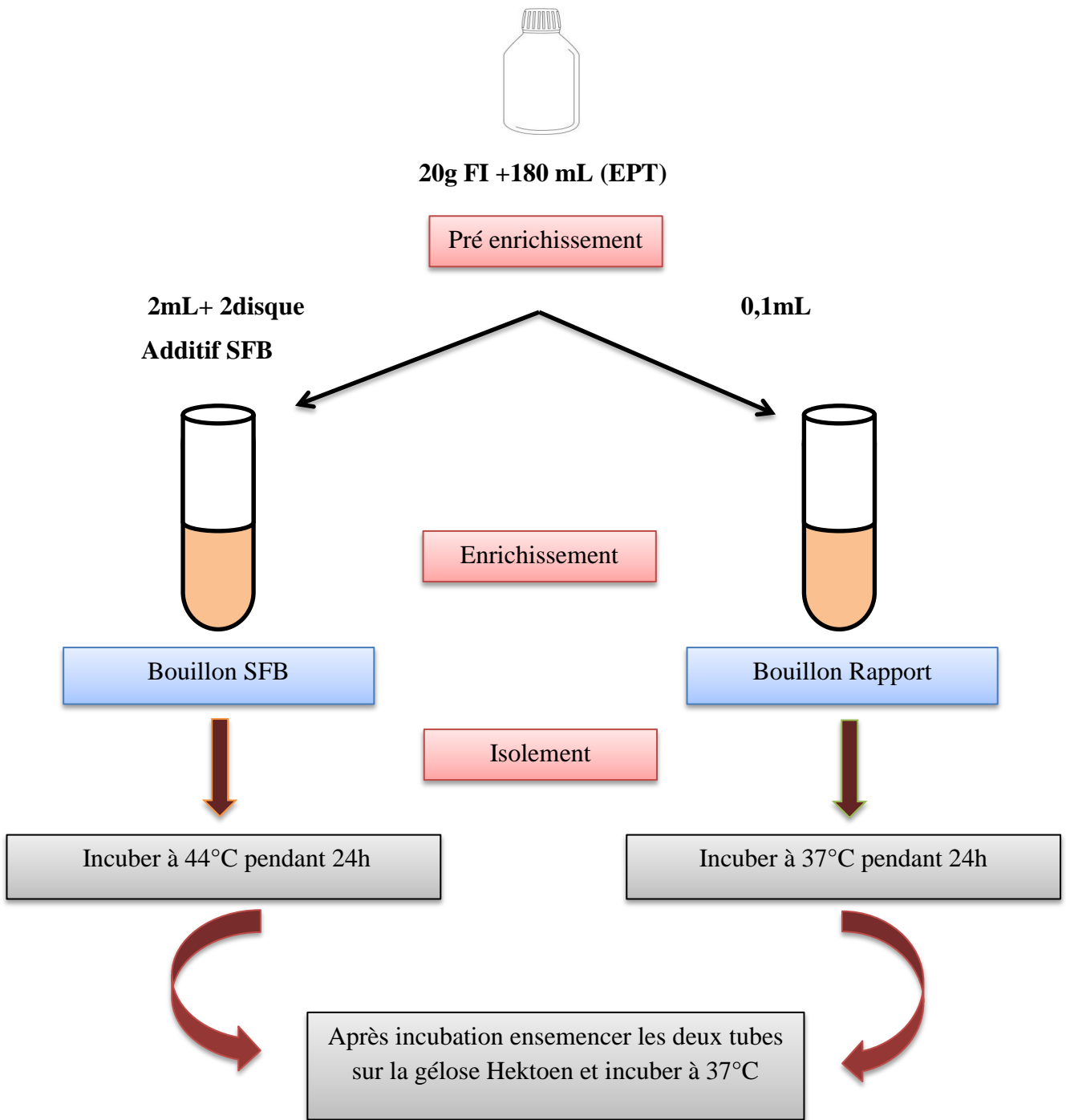


Figure 7: Dénombrement de salmonella

II.1.2.4- Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus* :

Pour le dénombrement de *Staphylococcus aureus* nous avons

- prendre 15 ml de la solution (1 jaune d'œuf+ une poule et ½ de tellurite de potassium) et mettre dans la gélose de Baird Parker.
- Fondre la gélose dans un bain marie à 100°C et laisser solidifier à 45°C.
- A partir des dilutions décimales 10⁻¹ jusqu'à 10⁻³ porter aseptiquement 1ml de chaque dilution est ensemencé en surface par étalement de la boîte de pétri contenant la gélose.

➤ **Incubation :**

Incuber les boîtes de pétries à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

➤ **Lecture :**

Les *Staphylococcus aureus* donnent des colonies noires (réduction de tellurite Entellure) bombées et entourées d'un halo clair dû à la protéolyse des protéines (Lécithines) de jaune d'œuf.

➤ **Calcul :**

$$N = \frac{\Sigma a}{V \times 1, 1 \times F}$$

X: nombre de germe (Ufc) par ml ou g de produit.

V: volume de l'inoculum

N: nombre de colonies.

D: facteur de dilution ou la dilution considérée.

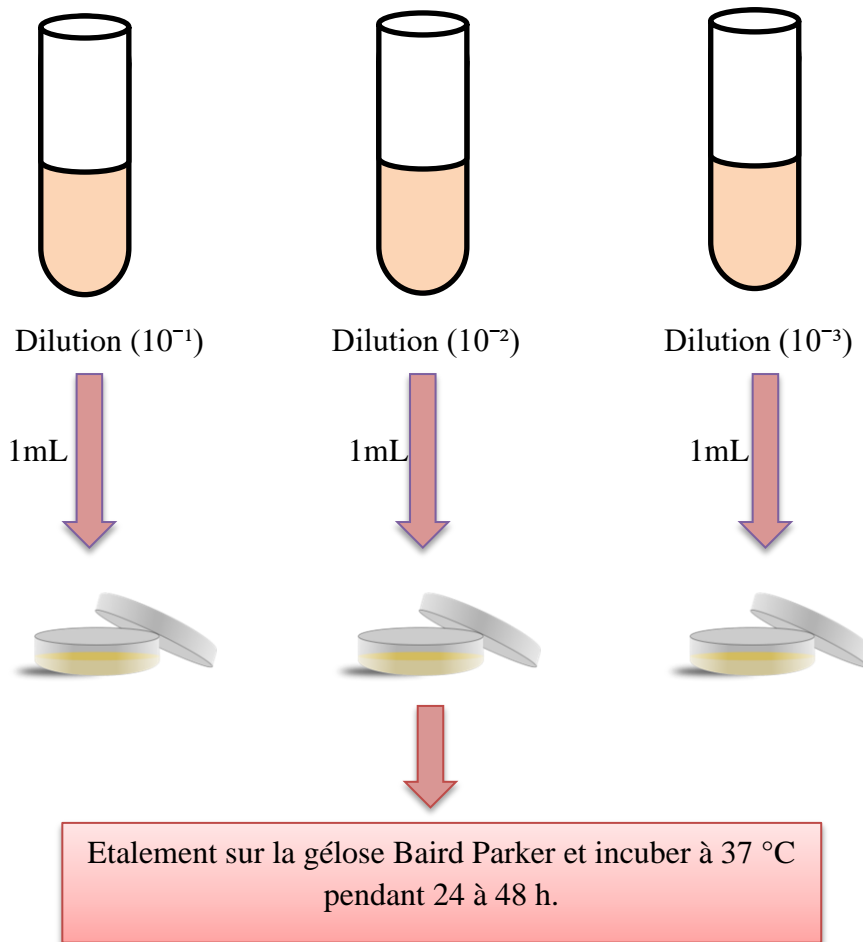


Figure 8: Dénombrement de *Staphylococcus aureus*

II.1.2.5- Recherche et dénombrement des levures et moisissures :

Par cette méthode, les Levures et Moisissures sont recherchées et dénombrées dans toutes les catégories de denrées alimentaires, selon le protocole suivant, en recherchant les Levures à part et les Moisissures à part.

Recherche et dénombrement des levures :

➤ En profondeur

- A partir des dilutions décimales (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}), porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution dans des boîtes de Pétri vides, numérotées
- Ajouter environ 15 ml de gélose Sabouraud au chloramphénicol, fondue, refroidie à 47°C dans un bain d'eau.
- Laisser solidifier sur paillasse pendant 15 min puis incuber.

✓ **Incubation :**

Retourner les boîtes et incuber à 30°C pendant 72 heures.

Recherche et dénombrement des moisissures :

➤ **En surface**

- A partir des dilutions décimales (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3})
- Ensemencer 0,1 ml de chaque dilution à l'aide d'un étaleur stérile sur une série de trois boîtes de Pétri numérotées contenant de la gélose Sabouraud au chloramphénicol.
- Laisser les boîtes 15 min à température ambiante (paillasse propre) pour permettre l'absorption du liquide puis incuber.

➤ **Incubation :**

Retourner les boîtes et les incuber à 30°C pendant 72 heures.

✓ **Lecture :**

Après une période d'incubation spécifique, compter les colonies dans chacune boîte de Pétri contenant entre 15 et 150 colonies. Il est également possible de compter toutes les colonies sur deux dilutions successives qui présentent également entre 15 et 150 colonies par boîtes et applique la formule suivante:

$$N = \frac{\Sigma c}{1,1 \times d}$$

Σc: est la somme des colonies comptées dans deux boîtes de dilution successives.

d: est la valeur de la première dilution retenue parmi les deux boîtes

NB : La formule ci avant est valable aussi bien pour ta recherche et le dénombrement des Levures que des Moisissures

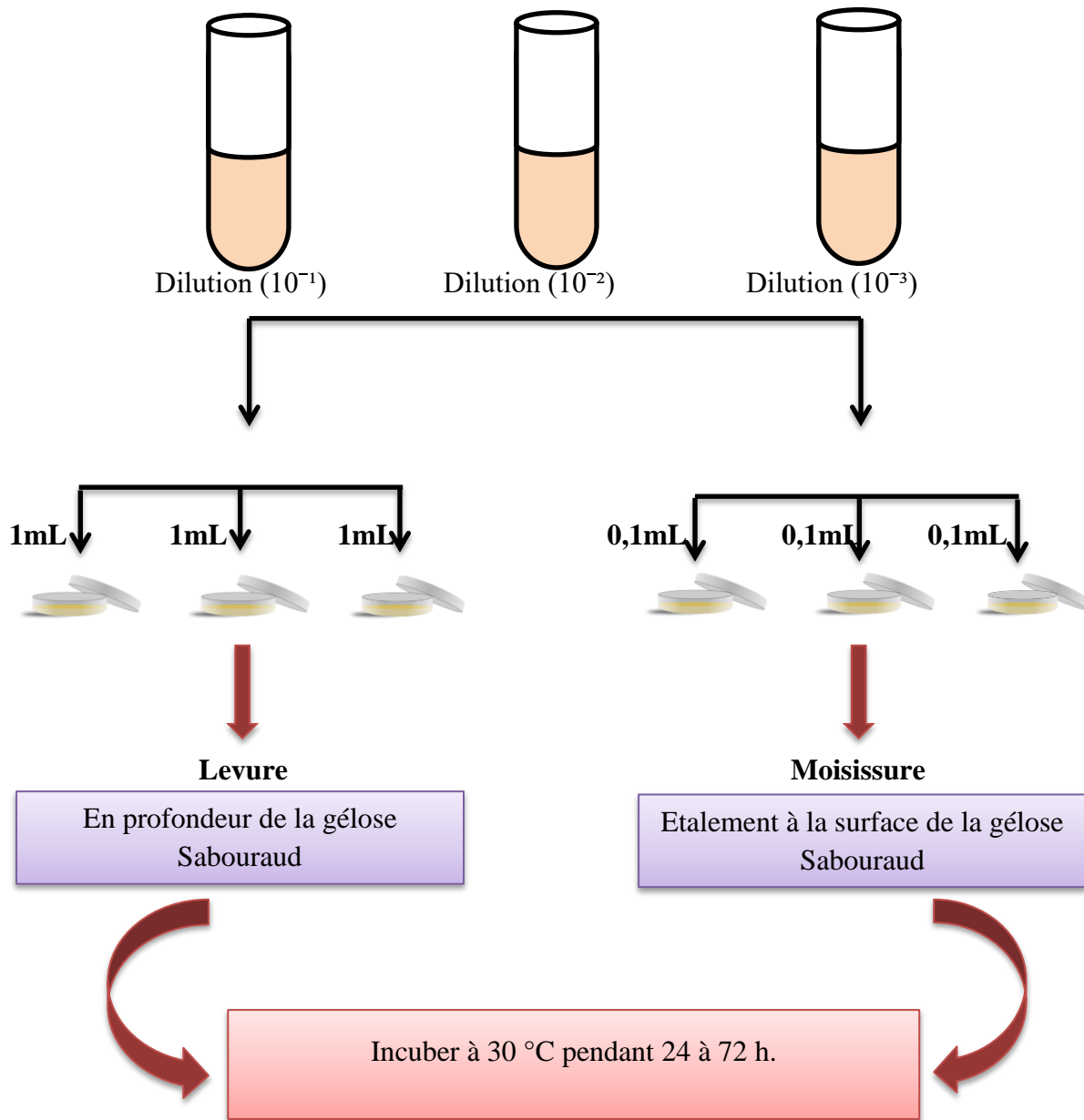


Figure 9: Dénombrement des levures et moisissures

II.2- Caractérisation organoleptique :

La caractérisation organoleptique consiste à évaluer les attributs sensoriels des produits alimentaires, tels que le goût, l'arôme, la couleur et la texture, qui sont essentiels pour l'acceptation par les consommateurs et le développement des produits. Ce processus est appliqué à divers produits alimentaires afin d'évaluer leur qualité et leur attrait. Les sections

suivantes mettent en évidence la caractérisation organoleptique de différents produits alimentaires.

II.2.1- Analyse sensorielle des bouillies préparées à partir de la farine composée :

Des bouillies infantiles ont été préparées à partir des quatre (04) formules de farines composées.

Ainsi dans un Bécher, 50 g de farine ont été délayés dans 100 mL d'eau minérale puis cuites dans 100 voire 200 mL d'eau minérale. Le mélange a été ensuite maintenu sur une plaque chauffante pendant 10 min sous agitation pour former une bouillie.

Les bouillies obtenues ont été soumises à un test de classement pour obtenir une indication sur la bouillie ayant la saveur la plus acceptable.

II.2.1.1- Test de classement :

Le test de classement a été utilisé pour déterminer les différences de caractéristiques sensorielles précises, comme le goût sucré, l'acidité, l'amertume, la texture ou l'arôme. Ce test repose sur l'évaluation subjective des dégustateurs, mais il suit un protocole rigoureux.

Dans notre étude, 20 mères (panel de juges) reçu quatre 04 échantillons à évaluer, présentés sous forme codée (F1, F2, F3, F4) afin d'éviter les biais. On leur demande de classer ces produits en fonction d'un seul critère sensoriel, du plus au moins intense. Les mères attribuent un rang à chaque échantillon (1 pour le plus intense, 2 pour le suivant, etc.), donner de note chiffrée (1=meilleur, 4=moins bon). Une fois les rangs collectés, on calcule la somme des rangs pour chaque échantillon.

II.2.1.2- Test descriptive :

Le test descriptif a été utilisé dans notre étude pour analyser et classer les caractéristiques percevables d'une farine infantile, comme l'odeur, le goût, la texture et la couleur. Dans le domaine des aliments, cette méthode permet de déterminer les préférences des enfants à travers de leur mères et de sélectionner les meilleures formulations. Dans cette étude, différentes formulations de farine (F1 à F4) ont été évaluées par des mères en fonction de ces attributs.

Le principe e ce test est de :

Sélection des échantillons : Quatre formulations de farine (F1, F2, F3, F4) ont été choisies pour l'étude.

Évaluation sensorielle : 20 mères (M1 à M20) a été constitué pour juger les échantillons selon plusieurs critères :

- Odeur (O)
- Goût (G)

- Texture (T)
- Couleur (C)

Les mères ont attribué des notes sur une échelle de 1 à 5, où 1 représente une qualité inférieure et 5 une qualité supérieure.

Résultats et Discussion

I.1- Résultat de caractérisation microbiologique :

I.1.1- Evaluation de la qualité microbiologique des échantillons étudiés :

Les résultats du contrôle microbiologique effectué pour évaluer la qualité microbiologique de chacun des 2 échantillons étudiés sont présentés dans les tableaux suivants :

Tableau XI : Les résultats du dénombrement microbiologique de l'échantillon N°01

Germes recherches	Résultat	Interprétation
Microorganismes totaux 30°C	04/gr	Satisfaisante
Coliformes	00/gr	Satisfaisante
Coliformes thermo tolérants	00/gr	Satisfaisante
<i>Staphylococcus Aureus</i>	00/gr	Satisfaisante
Salmonella	Absence	Satisfaisante
Levures	≤15/gr	Satisfaisante
Moisissures	2 .10 ² /gr	Acceptable

Les résultats de tableau ont montré que la flore aérobie mésophile totale (FAMT) a été détectée à 4 UFC/g, une valeur très faible et inférieure au seuil de détection de 15 UFC/g, ce qui la rend non comptable selon les critères microbiologiques. Cela peut témoigner d'un faible niveau de contamination initiale, mais l'absence de tests supplémentaires due au manque de produit ne permet pas de confirmer pleinement cette donnée.

L'absence complète de coliformes totaux, coliformes fécaux, *Staphylococcus aureus* ainsi que de Salmonella reflète un bon niveau de maîtrise des conditions d'hygiène lors des étapes de préparation, de manipulation et d'emballage. Cette absence de germes indicateurs de contamination fécale ou de germes pathogènes est un critère essentiel de salubrité, en particulier pour les produits destinés aux enfants.

Concernant les flores fongiques, des moisissures ont été retrouvées à hauteur de $2,1 \times 10^2$ UFC/g et des levures en quantité inférieure à 15 UFC/g. Bien que ces valeurs soient inférieures aux seuils réglementaires ($<10^3$ UFC/g), leur présence peut s'expliquer par la nature hygroscopique de la farine, qui tend à absorber l'humidité de l'air ambiant, créant ainsi un environnement favorable à la croissance de micro-organismes d'altération, notamment en cas de stockage prolongé ou dans de mauvaises conditions.

L'analyse microbiologique de notre échantillon de farine infantile montre une qualité hygiénique globalement satisfaisante. La flore aérobie mésophile totale (FMAT) est mesurée à 4 UFC/g, ce qui est inférieur au seuil de 15 UFC/g et donc considérée comme non comptable selon les normes, ce qui indique un bon niveau de maîtrise des conditions de

production. À titre de comparaison, les études précédentes ont rapporté des valeurs beaucoup plus élevées (Abdoulaye et al., 2024) ont trouvé $6,74 \cdot 10^2$ UFC/g, (Nathalie et al., 2023) $50 \cdot 10^2$ UFC/g, et (Sanogo et al., 2022) ont observé des FMAT inférieures à 105 UFC/g pour toutes les farines à cuire étudiées, ce qui reste également dans les limites du Codex Alimentarius ($<10^5$ UFC/g) et des normes algériennes.

Concernant les coliformes totaux et fécaux, notre échantillon ne présente aucune contamination (0 UFC/g), ce qui est conforme aux normes du Codex (<100 UFC/g pour les coliformes fécaux) et aux normes algériennes (<10 UFC/g pour E. coli). Ces résultats sont similaires à ceux des autres travaux, notamment Sanogo qui ont aussi rapporté une absence de coliformes fécaux dans toutes les farines testées.

Salmonella est absente dans 25 g de notre échantillon, ce qui respecte les exigences de sécurité microbiologique internationales. Staphylococcus aureus est également absent.

En ce qui concerne les levures et moisissures, notre échantillon montre des valeurs inférieures à 15 UFC/g pour les levures, et $2,1 \times 10^2$ UFC/g pour les moisissures, ce qui reste bien en dessous du seuil de 10^3 UFC/g défini par les normes du Codex. Par comparaison, (Abdoulaye et al., 2024) ont trouvé 71 UFC/g, Nathalie ($34 \cdot 10^1$) UFC/g tandis que l'étude de (Sanogo et al., 2022) a jugé 94 % des farines à cuire comme satisfaisantes selon ce critère.

En conclusion, l'ensemble des résultats indique que notre farine testée est conforme aux normes microbiologiques en vigueur, avec une qualité satisfaisante, sans présenter de risques sanitaires notables selon les critères internationaux et nationaux.

Tableau XII: Les résultats du dénombrement microbiologique de l'échantillon N°02

Germes recherchés	Résultat	Interprétation
Microorganismes totaux 30°C	$3,6 \cdot 10^2$ /gr	Non satisfaisante
Coliformes	00/gr	Satisfaisante
Coliformes thermo tolérants	00/gr	Satisfaisante
<i>Staphylococcus Aureus</i>	00/gr	Satisfaisante
Salmonella	Absence	Satisfaisante
Levures	00/gr	Satisfaisante
Moisissures	00/gr	Satisfaisante

Les résultats de tableau ont montré que L'analyse de la farine infantile grillée révèle une qualité microbiologique globalement conforme aux exigences réglementaires.

La flore mésophile totale est estimée à $3,6 \times 10^2$ UFC/g, une valeur largement en dessous de la limite maximale autorisée (10^5 UFC/g) par le Codex Alimentarius. Cette concentration

indique une légère présence de flore aérobie, probablement due à des contaminations environnementales mineures, mais sans incidence sanitaire, surtout que la farine est grillée, ce qui réduit normalement la charge microbienne initiale.

Les résultats montrent l'absence totale de coliformes totaux et fécaux, de *Staphylococcus aureus*, ainsi que de *Salmonella*, ce qui reflète des bonnes pratiques d'hygiène lors du traitement thermique (grillage), de la manipulation et du conditionnement.

Par ailleurs, aucune levure ni moisissure n'a été détectée, ce qui est un bon indicateur de stabilité du produit face à l'humidité et de bonnes conditions de stockage après grillage. Ceci est particulièrement pertinent pour les farines infantiles, connues pour leur sensibilité à la contamination fongique.

La farine infantile grillée analysée présente un profil microbiologique globalement satisfaisant lorsqu'on la compare aux résultats de la littérature et aux normes en vigueur. La flore mésophile totale obtenue ($3,6 \times 10^2$ UFC/g) reste bien inférieure aux valeurs rapportées par (**Abdoulaye et al., 2024**) (674 UFC/g), (**Nathalie et al., 2023**) (50×10^2 UFC/g), ainsi que Sanogo tout en respectant largement les seuils réglementaires du Codex Alimentarius et des normes algériennes ($<10^5$ UFC/g).

L'absence complète de coliformes totaux et fécaux, de *Staphylococcus aureus* et de *Salmonella* dans notre échantillon reflète un bon niveau d'hygiène au cours du processus de grillage, de la manipulation et du conditionnement, contrairement à certaines données de la littérature où des contaminations étaient détectées.

En outre, l'absence totale de levures et de moisissures constitue un résultat remarquable, notamment quand on le compare aux charges observées chez les autres auteurs 71 UFC/g chez Abdoulaye, 341 UFC/g chez Nathalie, et jusqu'à 10^3 UFC/g chez Sanogo. Ce résultat pourrait être attribué à l'effet thermique du grillage ainsi qu'à un stockage adéquat qui a limité l'humidité absorbée par la farine.

Ainsi, la qualité microbiologique observée dans notre produit est bien maîtrisée, conforme aux exigences en vigueur, et favorable par rapport aux produits similaires décrits dans la littérature.

En conclusion la farine infantile grillée présente une meilleure stabilité microbiologique que plusieurs produits similaires étudiés dans la littérature. Elle respecte les normes internationales (Codex) et nationales (normes algériennes), avec une hygiène maîtrisée et une charge microbienne très basse, notamment aucune flore fongique détectée. Ce profil est encourageant pour un produit destiné à une population sensible comme les nourrissons.

I.2- Résultat de caractérisation organoleptique :

I.2.1- Résultat de test de classement :

Le tableau suivant représente les différents résultats obtenus au moment de test de classement.

Tableau IX : Résultat de classement des différentes formules de farines selon le test de classement

	F1	F2	F3	F4
Mère 1	4	3	1	2
Mère 2	3	3	1	2
Mère 3	4	1	2	3
Mère 4	4	3	1	2
Mère 5	4	3	1	2
Mère 6	4	3	2	1
Mère 7	4	3	1	2
Mère 8	4	3	1	2
Mère 9	3	4	1	2
Mère 10	4	3	1	2
Mère 11	4	2	1	3
Mère 12	4	1	3	2
Mère 13	4	3	1	2
Mère 14	4	2	1	3
Mère 15	4	1	3	2
Mère 16	3	4	1	2
Mère 17	4	3	1	2
Mère 18	4	3	1	2
Mère 19	3	4	2	1
Mère 20	4	2	3	1
Moyenne	3,8	2,7	1,45	2

Le Tableau IX présente les résultats des tests organoleptiques (teste de classement) sur les bouillies des farines composées, F1 et F2 ont obtenu des moyennes allant de 2,7 à 3,8. Ces notes correspondent également, en utilisant l'échelle classement, à un produit agréable. Enfin,

les bouillies des farines composées F3 et F4 ont obtenu des moyennes allant de 1,45 à 2. Ces notes correspondent, en utilisant l'échelle classement, à un produit assez agréable. Il n'y pas de différence entre les farines F1 et F2 et d'autre part entre les farines F3 et F4 pour les différents paramètres sensoriels étudiés.

I.2.2- Résultat de test descriptif :

Le tableau suivant représente les différents résultats obtenus au moment de test descriptif.

Tableau X : Résultat de classement des différentes formules de farines selon le (Odeur, Gout, Texture, Couleur) test descriptive

	F1				F2				F3				F4			
	O	G	T	C	O	G	T	C	O	G	T	C	O	G	T	C
Mère 1	4	3	3	5	4	4	3	4	5	5	5	5	4	3	4	5
Mère 2	4	3	4	4	5	3	4	5	5	5	5	5	5	4	4	3
Mère 3	3	2	3	3	5	5	4	5	4	4	4	5	4	3	4	5
Mère 4	4	3	2	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5
Mère 5	3	3	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5
Mère 6	4	2	4	5	4	4	4	5	4	3	4	5	5	4	4	5
Mère 7	5	4	4	3	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5
Mère 8	4	3	4	4	4	3	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5
Mère 9	4	3	2	2	4	3	2	1	4	4	3	3	4	4	2	3
Mère 10	4	3	4	3	4	3	4	3	4	5	5	4	4	4	4	4
Mère 11	4	3	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5	4	3	3	5
Mère 12	5	3	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5
Mère 13	4	3	3	3	4	4	3	3	4	5	4	5	5	5	5	5
Mère 14	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	5
Mère 15	4	3	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	3	5	5
Mère 16	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3
Mère 17	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
Mère 18	4	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5	5	5	4	5
Mère 19	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
Mère 20	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5
Moyenne	14,9				16,7				18,1				17,9			

Les résultats du test descriptif des bouillies par les mamans sont sur la figure suivante par rapport (odeur, goût, texture, couleur) :

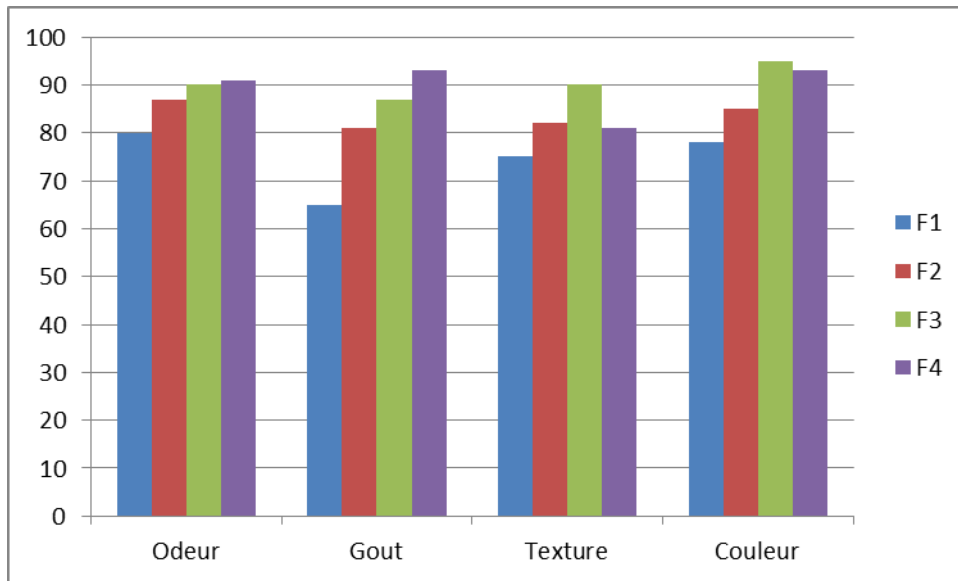


Figure10: Résultats du test descriptif des différentes formules de farine infantiles

Pour le tableau X présente les résultats des tests organoleptiques (test descriptive) sur les bouillies des farines composées. Pour tous les paramètres évalués (le goût, l'odeur, la couleur et la texture), la bouillie de farine formulée a obtenu des moyennes allant de 14,9 à 18,1. Ces notes correspondent, en utilisant l'échelle descriptive, à un produit agréable. Les bouillies des farines composées F1 et F2 ont obtenu des moyennes allant de 14,9 à 16,7. Ces notes correspondent également, en utilisant l'échelle descriptive, à un produit agréable. Enfin, les bouillies des farines composées F3 et F4 ont obtenu des moyennes allant de 18,1 à 17,9. Ces notes correspondent, en utilisant l'échelle descriptive, à un produit assez agréable. Il n'y pas de différence entre les farines F1 et F2 et d'autre part entre les farines F3 et F4 pour les différents paramètres sensoriels étudiés.

❖ Discussion :

Les résultats de l'analyse sensorielle ont montré une préférence marquée pour la formule F3, qui a obtenu les meilleures moyennes sur l'ensemble des critères, en particulier la texture et la couleur, éléments essentiels dans l'acceptabilité des aliments infantiles. La formule F4 suit de près, notamment grâce à ses scores élevés en goût et odeur, traduisant une bonne appréciation globale de ces deux formules par le panel. Ces résultats pourraient s'expliquer par une meilleure formulation ou par une familiarité des mères avec les caractéristiques sensorielles de ces produits. Notre résultat correspond au de résultat des travaux (Sika et al., 2019) qui ont

en trouvé un préférence vers les gout sucré apporté par le maïs et dans notre cas le gout sucré a été apporté par les poudre des dattes.

L'ensemble de ces résultats met en évidence le potentiel des formules F3 et F4 pour une future valorisation ou une mise à l'échelle industrielle. À l'inverse, la formule F1 nécessite des ajustements, en particulier au niveau du goût et de la texture, pour répondre aux attentes des consommatrices ciblées.

Conclusion :

L'objectif principal de notre étude était d'évaluer la qualité microbiologique et organoleptique d'une farine infantile que nous avons nous-mêmes formulée à base de produits locaux, notamment le quinoa, l'avoine, la poudre des dattes et la caroube.

Nos résultats ont montré que la farine fabriquée présente une excellente qualité sanitaire correspond aux normes algériennes et international, avec des charges microbiennes très faibles et une conformité totale aux normes du Codex Alimentarius et de la réglementation algérienne. La qualité microbiologique observée s'est avérée même identique à celle de certains produits importés.

L'évaluation organoleptique a également confirmé que le produit de farine est bien accepté sur le plan sensoriel, ce qui constitue un avantage pour une éventuelle valorisation locale.

Bien que les analyses aient été réalisées sur un seul échantillon avec une seule répétition, les résultats obtenus peuvent fournir une indication globale sur la qualité hygiénique et sensorielle du produit formulé.

En ce sens, la réalisation d'autres tests complémentaires ainsi que la confirmation de ces résultats par des analyses répétées et une validation statistique seraient souhaitables afin de garantir la fiabilité et la reproductibilité des données obtenues.

Ces ingrédients, en plus d'être disponibles localement, sont riches en fibres, minéraux et antioxydants, contribuant ainsi à une alimentation infantile équilibrée.

La farine infantile que nous avons conçue à base de quinoa, d'avoine, de la poudre des dattes et de caroube offre des perspectives prometteuses. Il serait souhaitable de promouvoir la production locale et d'encourager sa commercialisation afin de réduire la dépendance vis-à-vis des produits importés et de faciliter l'accès à des aliments infantiles sûrs et de qualité.

Références bibliographiques

1. **Autorité Européenne de Sécurité des Aliments (EFSA)** - Avis scientifique sur la composition nutritionnelle des aliments pour nourrissons (2020). <https://www.efsa.europa.eu>
2. **ANSES** (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation) - Recommandations sur l'alimentation infantile (2022). <https://www.anses.fr>
3. **Ali, A.,** Waly, M., Essa, M.M. & Devarajan, S. (2012). 26 Nutritional and medicinal value of date fruit. In: Mohamed Essa, M, Manick-avasagan, A & Sukumar, E (Eds.), Dates: the genus Phoenix : production, processing, food, and medicinal values. CRC Press, P. 361.
4. **Ali, A.,** Kousar, S., Khalid, W., Maqbool, Z., Aziz, A., Arshad, M. S., & Manzoor, M. F. (2022). Crocin Functional characteristics, extraction, food applications and efficacy against brain related disorders. *Frontiers in Nutrition*, 3015, 1–13.
5. **Arshad, M.S.,** Batool, S.M., Khan, M.K. et al. (2019). Bio-evaluation of functional date bars using rats as model organism against hyper-cholesterolemia. *Lipids in Health and Disease*, 18, 148.
6. **An, D. S.,** Wang, H. J., Jaisan, C., Lee, J. H., Jo, M. G., & Lee, D. S. (2018). Effects of modified atmosphere packaging conditions on quality preservation of powdered infant formula. *Packaging Technology and Science*, 31(6). John Wiley & Sons, Ltd.
7. **AFNOR** (2017). ISO/IEC 17025:2017 – Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais. La Plaine Saint-Denis : AFNOR Éditions.
8. **Bruyeron, O.,** Monvois, J., & Trèche, S. (1998). Dossier: les farines infantiles. *Bulletin du réseau TPA*, (15), mai 1998. Réseau Technologie et Partenariat en Agroalimentaire (TPA), Gret et Orstom.
9. **Benahmed, M.,** Bellouati, S., Ben-Mia, B. A., & Benoussad, I. E. H. (2024). Production d'une farine infantile locale avec nouvelle formule à base de quinoa et caroube conditionnée en emballage unidosé (Projet de fin d'études, Master, Université Belhadj Bouchaïb, Aïn Témouchent).
10. **Bazile, D.,** Jacobsen, S.-E.; Verniau, A. The global expansion of quinoa. *Trends and limits. Front. Plant Sci.* 2016, 7, 622.
11. **Boukid, F.,** Folloni, S., Sforza, S., Vittadini, E., Prandi, B. (2017). Current Trends in Ancient Grains-Based Food stuffs. *Insights into Nutritional Aspects and Technological Applications. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 17, 123–136.
12. **Bougma, S.,** Oboulbiga, E. B., Tarnagda, B., Zongo, O., Kaboré, B., Ouedraogo, H. S., Songré Ouattara, L. T., & Savadogo, A. (2024). Evaluation of the physicochemical and microbiological quality of some local infant flours sold in Ouagadougou, Burkina Faso. *African Journal of Food Science*, 25(4), 125–136

- 13. Codex Alimentarius** (1981). Standard for infant formula and formulas for special medical purposes intended for infants (CXS 72-1981) (Rev. 2, amendé en 1983, 1985, 1987, 2011, 2015, 2016, 2020, 2023 & 2024). FAO/OMS. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/en/>
- 14. Codex Alimentarius** (2023). CXS 74-1981: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- 15. Codex Alimentarius** (2023). "Normes pour les farines infantiles".
Codex Alimentarius. (1963). Standard for Processed Cereal-Based Foods for Infants and Young Children (CODEX STAN 74-1981).
- 16. Codex Alimentarius Commission.**(1981/2023). Standard for processed cereal-based foods for infants and young children (CXS 74-1981). Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization.
- 17. Codex Alimentarius Commission.** (2017). Lignes directrices pour la mise au point des préparations alimentaires complémentaires destinées aux nourrissons du deuxième âge et aux enfants en bas âge (CAC/GL 8-1991, Rév. 2013, Amendées en 2017). Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture & Organisation mondiale de la Santé.
- 18. Codex Alimentarius** (1981). Norme pour les aliments transformés à base de céréales destinés aux nourrissons et enfants en bas âge (CXS 74-1981) (Rév. 2006 ; amendée en 2017, 2019 & 2020). FAO/OMS. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/en/>
- 19. Durazzo, A.,** Turfani, V., Narducci, V., Azzini, E., Maiani, G., Carcea, M. Nutritional Characterisation and Bioactive Components of Commercial Carobs Flours. *Food Chem.* 2014, 153, 109–113.
- 20. Dama Kobbe, N.,** Adjia, R., & Bagnamack Babagnack, C. R. (2023). Formulation d'une farine infantile à base d'Ipomeoa batatas, de Vigna unguiculata et de Glycine max (L.) Merrill. *IOSR Journal of Biotechnology and Biochemistry (IOSR-JBB)*, 9(5, Série I), 8–17. <https://doi.org/10.9790/264X-0905010817>
- 21. Efimochkina, N. R.,** Zinurova, E. E., Smotrina, Y. V., Stetsenko, V. V., Polyamina, A. S., Markova, Y. M., & Sheveleva, S. A. (2024). Assessment of the sensitivity of foodborne *Cronobacter* spp. strains and other Enterobacteriaceae to temperature stresses and chlorine-containing biocides. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 177(1), 98–103. <https://doi.org/10.1007/s10517-024-06139-3>
- 22. Food and Agriculture Organization** (FAO). (1950). The Use of Cereals and Legumes in Child Nutrition.

- 23. FAO** (2012). Integrating Nutrition into National Development Plans: A Guide for Policymakers.
- 24. Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF)** - Alimentation du nourrisson et du jeune enfant : Guide de programmation (2021). <https://www.unicef.org/reports/feeding-infants-and-young-children-programming-guid>
- 25. Forestell, A.C.** (2024). Does maternal diet influence future infant taste and odor preferences? A critical analysis. *Annual Review of nutrition*.
- 26. Fikry, M., Al-Awaadah, A., & Rahman, R.** (2021). Production and characterization of palm date powder rich in dietary fiber. *Food Measure*, 15(6), 2285–2296.
- 27. FAOSTAT.** (2020). FAOSTAT (Accession Date: 25 May 2020) <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- 28. Fadel, A. H., Kamarudin, M. S., Romano, N., Ebrahimi, M., Saad, C. R., Samsudin, A. A.** Carob Seed Germ Meal as a Partial Soybean Meal Replacement in the Diets of Red Hybrid Tilapia. *Egypt. J. Aquat. Res.* 2017, 43(4), 337–343.
- 27. Fédération du Commerce et de la Distribution (FCD).** (2021). Critères microbiologiques applicables à partir de 2022 aux marques de distributeurs, marques premiers prix et matières premières dans leur conditionnement initial industriel (Version du 04/10/2021 applicable à partir de janvier 2022).
- 28. Goulas, V., Stylos, E., Chatziathanasiadou, M. V., Mavromoustakos, T., Tzakos, A. G.** (2016). Functional Components of Carob Fruit. Linking the Chemical and Biological Space. 17 (11), 1875.
- 29. González-Bermúdez, C. A., López-Nicolás, R., Peso-Echarri, P., Frontela-Saseta, C., Martínez-Graciá, C.** (2018). Effects of Different Thickening Agents on Infant Gut Microbiota. *Food Funct.* 9(3), 1768–1778.
- 30. Gazerani, P.** (2021). A Bidirectional View of Migraine and Diet Relationship. *Neuropsychiatr Dis Treat.* 17, 435.
- 31. Grosso, E. M., Stam, C., Anderson, N. M., & Krishnamurthy, K.** (2014). Heat and steam treatments. In Springer (pp. 403–424). Springer, New York, NY.
- 32. HOUSSOU C. C. F., HOTEJNI A. B., DANSOU V. & HOUSSOU P. A. F .** (2024). Développement et acceptabilité d'une farine composite (maïs, soja et pulpe de baobab) à fort potentiel nutritionnel. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) – Volume 34 - Numéro 03.* pp. 99-104.
- 33. He, C., Zheng, J., Liu, F., Woo, M. W., Xiong, H., & Zhao, Q.** (2020). Fabrication and characterization of oat flour processed by different methods. *Journal of Cereal Science*, 96,

103123. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.103123>

- 34. Iqra, S. K.,** Ali, A., Afzal, F., Yousaf, M. J., Khalid, W., Faizul Rasul, H., Aziz, Z., Aqlan, F. M., Al-Farga, A., & Arshad, A. (2023). Wheat-based gluten and its association with pathogenesis of celiac disease: A review. *International Journal of Food Properties*, 26(1), 511–525.
- 35. ISO.** (2016). *Analyse sensorielle - Méthodologie Directives générales pour l'établissement d'un profil sensoriel* (2^a éd.). Organisation internationale de normalisation.
- 36. ISO.** (2021). *Analyse sensorielle - Méthodologie Essai triangulaire* (3^e éd.). Organisation internationale de normalisation.
- 37. ISO.** (2017). *Analyse sensorielle - Méthodologie Essai duo-trio* (3^e éd.). Organisation internationale de normalisation.
- 38. ISO.** (2005). *Analyse sensorielle - Méthodologie - Essai de comparaison par paires* (3^e éd., confirmée en 2023). Organisation internationale de normalisation.
- 39. ISO.** (2014). *Analyse sensorielle - Méthodologie - Lignes directrices générales pour la réalisation d'épreuves hédoniques effectuées avec des consommateurs dans un espace contrôlé*. Organisation internationale de normalisation.
- 40. Jamous, R. M.,** Abu Zaitoun, S. Y., Husein, A. I., Qasem, I. B., Ali-Shtayeh, M. S. (2015). Screening for Biological Activities of Medicinal Plants Used in Traditional Arabic Palestinian Herbal Medicine. *Eur. J. Med. Plants*.9(1), 1–13.
- 41. Journal officiel** de la République algérienne démocratique et populaire. (2017, 2 juillet). *Aliments pour nourrissons et enfants en bas âge* (N° 3922, 56^e année). Conventions et accords internationaux – Lois et décrets – Arrêtés, décisions, avis, communications et annonces.
- 42. Rtibi, K.,** Selmi, S., Grami, D., Saidani, K., Sebai, H., Amri, M., Marzouki, L., Marzouki, L.(2017). Ceratonia SiliquaL. (Immature Carob Bean) Inhibits Intestinal Glucose Absorption, Improves Glucose Tolerance and Protects against Alloxan-induced Diabetes in Rat. *J. Sci. Food Agric.* 97(8), 2664–2670.
- 43. Loullis, A.,** Pinakoulaki, E. Carob as cocoa substitute: A review on composition, health benefits and food applications. *Eur. Food Res. Technol.* 2018, 244, 959–977.
- 44. Lanqing, H.** (2018). Steam drying techniques and their impact on the functional properties of flour. *International Journal of Food Engineering*, 14(2), 125–133. <https://doi.org/10.1515/ijfe-2018-0025>
- 45. Lang, E., & Sant'Ana, A. S.** (2021). Microbial contaminants in powdered infant formula: What is the impact of spray-drying on microbial inactivation? *Current Opinion in Food Science*, 42, 195–202. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.06.007>

- 46. Liang, C. Z.,** Zhang, X., Li, H., Tao, Y. Q., Tao, L. J., Yang, Z. R., Tao, H. M., Shi, Z.-L., Tao, H.-M. (2012). Gallic Acid Induces the Apoptosis of Human Osteosarcoma Cells in Vitro and in Vivo via the Regulation of Mitogen-Activated Protein Kinase Pathways. *Cancer Biother. Radiopharm.*27(10), 701–710.
- 47. Murphy, J.P.,** Hoffman, L.A. The Origin, History, and Production of Oat. (1992). In *Oat Science and Technology*. John Wiley & Sons, Ltd. Hoboken, NJ, USA. pp. 1–28. ISBN 978-0-89118-225-2.
- 48. Mouquet, C.,** Bruyeron, O., & Trèche, S. (1998, mai). Caractéristique d’une bonne farine infantile. *Bulletin du réseau TPA*.
- 49. Nelson, R. H.** (2013) Hyperlipidemia as a Risk Factor for Cardiovascular Disease. *Prim. Care - Clin. Off. Pract.* 40(1), 195–211.
- 50. Organisation mondiale de santé OMS** (2003). "Alimentation du nourrisson et du jeune enfant : Modèle de chapitre pour les manuels à l'intention des étudiants et des professionnels de la santé".
- 51. Organisation Mondiale de la Santé (OMS)** - Stratégie mondiale pour l'alimentation du nourrisson et du jeune enfant (2017) et Nutrition du nourrisson et du jeune enfant (2020). <https://www.who.int>
- 52. Olive, F.,** Mouquet-Rivier, C., Fioroni, N., Bichard, A., Boulle-Martinaud, C., Kaboré, C., Denizeau, M., Zagré, N. M., Le Dain, A.-S., Ndiaye, N. F., Tou, E. H. K. P., & Aho, A. (2020). La filière des farines infantiles produites localement dans 6 pays sahéliens : Résumé 4 (Rapport d'étude). IRD, IRAM, GRET, & UNICEF Bureau régional pour l’Afrique de l’Ouest et du Centre.
- 53. Parlement européen & Conseil de l’Union européenne.** (2008). Règlement (CE) n° 1333/2008 du 16 décembre 2008 sur les additifs alimentaires (Texte présentant de l’intérêt pour l’EEE). *Journal officiel de l’Union européenne*, L 354, 16–33.
- 54. Padmaja, P. G.,** Kalaisekar, A., Venkateswarlu, R., Shwetha, S. B., Rao, B. D., & Tonapi, V. A. (2023). Thermal treatment in combination with laminated packaging under modified atmosphere enhances the shelf life of pearl millet flour. *Food Chemistry Advances*, 2, 100190–100190.
- 55. Papaefstathiou, E.,** Agapiou, A., Giannopoulos, S., & Kokkinofa, R. (2018). Nutritional characterization of carobs and traditional carob products. *Food Science & Nutrition*, 6(8), 2151–2161.

- 56. Pereira, A. D. C.,** Boucinhas, M. S., Nasser, E. de M., Silva, J. F., Peixoto, J. C. M. S., & Jandre, M. C. (2015). Avaliação microbiológica de fórmulas infantis manipuladas em Unidade Centralizada de Produção. *Segurança Alimentar e Nutricional*, 20(2), 260–274. <https://doi.org/10.20396/san.v20i2.8634602>
- 57. Paudel, D.,** Caffè-Treml, M., Krishnan, P. (2018). A Single Analytical Platform for the Rapid and Simultaneous Measurement of Protein, Oil, and beta-Glucan Contents of Oats Using Near-Infrared Reflectance Spectroscopy. *Cereal Foods World*.
- 58. Rivas, M. R.,** Pérez, M. A., & López, C. R. (1985). Influence of pH on microbial growth in infant foods. *Journal of Food Protection*, 48(12), 1050–1055.
- 59. Roberts, T. A.** (1997). Maximizing the usefulness of food microbiology research. *Emerging Infectious Diseases*, 3(4), 523–528. <https://doi.org/10.3201/eid0304.970417>
- 60. Shehzad, A.,** Rabail, R., Munir, S., et al. (2023). Impact of oats on appetite hormones and body weight management: A review. *Current Nutrition Reports*, 12, 66-82.
- 61. Sompinit, K.,** Lersiripong, S., Reamtong, O., Pattarayingsakul, W., Patikarnmonthon, N., Panbangred, W.,. (2020). In vitro study on novel bioactive peptides with antioxidant and antihypertensive properties from edible rhizomes. *LWT*. 134:110227.
- 62. Sanogo, M.** (1994). Technologies et équipements utilisables pour la fabrication de farines infantiles (p. 241). Groupe de Recherche et d'Échanges Technologiques, Paris (France).
- 63. Sanogo, M.** (1994). La production artisanale de farines infantiles: Expériences et procédés. Éditions du Gret, Ministère de la Coopération, Comité français pour l'UNICEF, Centre technique de coopération agricole et rurale (CTA).
- 64. Sanogo, B.,** Edwige, B., Oboulibga, B., Bakary, T., Tarnagda, J., Oumarou, Z., Boukaré, K., Kaboré, H., Sidabwéndin, H., Ouedraogo, L., Laurencia, T., Toulsumdé, S., Songré-Ouattara, L., & Savadogo, A. (2022). Évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique de quelques farines infantiles locales vendues à Ouagadougou, Burkina Faso. Université Joseph Ki-Zerbo, Laboratoire de Biochimie et Immunologie Appliquée (LABIA).
- 65. Sankhon, A.,** Loua, T., Baldé, M. A., Condé, S., Sylla, M. M., Keita, S. O., & Kourouma, K. (2024). Formulation d'une farine infantile enrichie à base du lait et d'ingrédients locaux dans la région de Guinée-Conakry. 47(1), [14]. ISSN 1011-6028.
- 66. Sadek, Z. I.,** Abdel Rahman, M. A., Azab, M. S., Darwesh, O. M., & Hassan, M. S. (2018). Microbiological evaluation of infant foods quality and molecular detection of *Bacillus cereus* toxin related genes. *Toxicology Reports*, 5, 871–877. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2018.08.013>

- 67. Sika, A. E.,** Kadji, B. R. L., Djé, K. M., Fankorma, T. M., Koné, S. M., Dabonné, S., & Koffi-Nevry, R. A. (2019). Qualité nutritionnelle, microbiologique et organoleptique de farines composées à base de maïs (*Zea mays*) et de safou (*Dacryodes edulis*) produites en Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(1), 325–337.
- 68. Torrents-Masoliver, B.,** Sandjong, D., Jofré, A., Ribas-Agustí, A., Muñoz, I., Felipe, X., Castellari, M., Meurillon, M., den Besten, H. M. W., Engel, E., & Bover-Cid, S. (2022). Hazard control through processing and preservation technologies for enhancing the food safety management of infant food chains. *Global Pediatrics*, 2, Article 100014.
- 69. TapsoBa, F. W.-B.,** Samandoulougou, S., Bieogo, E. W. W., Tankoano, A., Traoré, A. S., & Sawadogo Lingani, H. (2022, mai 12). Physico chemical and microbiological characteristics of infant porridges produced from infant flours containing millet and sorghum malt. *Journal of Food and Nutrition Research*, 10(5), 341–349. <https://doi.org/10.12691/jfmr-10-5-2>
- 70. UNICEF.** (1955). *Nutritional Improvements through Fortified Blends: The CSM Experience.*
- 71. UNICEF.** (1975). *Global Nutrition Programs: The Role of Fortified Blends.*
- 72. United Nations.** (2020). *Sustainable Development Goals: Zero Hunger by 2030.*
- 73. Union européenne** (2016). Règlement délégué (UE) 2016/127 de la Commission du 25 septembre 2015 complétant le règlement (UE) n° 609/2013 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences spécifiques en matière de composition et d'information applicables aux préparations pour nourrissons et aux préparations de suite et les exigences portant sur les informations relatives à l'alimentation des nourrissons et des enfants en bas âge. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 25, 1–29. http://data.europa.eu/eli/reg_del/2016/127/oj
- 74. Union européenne** (2011). Règlement (UE) n° 1169/2011 du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2011 concernant l'information des consommateurs sur les denrées alimentaires, modifiant les règlements (CE) n° 1924/2006 et (CE) n° 1925/2006 et abrogeant plusieurs directives et règlements. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 304, 18–63. <http://data.europa.eu/eli/reg/2011/1169/oj>
- 75. Union européenne** (2013). Règlement (UE) n° 609/2013 du Parlement européen et du Conseil du 12 juin 2013 concernant les denrées alimentaires destinées aux nourrissons et aux enfants en bas âge, les denrées alimentaires destinées à des fins médicales spéciales et les substituts de la ration journalière totale pour contrôle du poids, et abrogeant plusieurs

directives et règlements antérieurs. Journal officiel de l'Union européenne, L 181, 35–56.
<http://data.europa.eu/eli/reg/2013/609/oj>

76. Vilcacundo, R., arrio, D., Carpio, C., García-Ruiz, A., Rúaless, J., Hernández-Ledesma, B., et al. (2017). Digestibility of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) protein concentrate and its potential to inhibit lipid peroxidation in the zebrafish larvae model. *Plant Foods Human Nutrition*. 72:294–300.

77. Varma, P., Bhankharia, H., Bhatia, S. (2016). Oats: A multi-functional grain. Marico Ltd. Accepté en avril 2016.

78. Vega-Galvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., Martinez, E.A. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.), an ancient Andean grain: A review. *J. Sci. Food Agric*. 2010, 90, 2541–2547.

79. World Health Organization (WHO). (1985). Guidelines for the Development of Fortified Foods.

80. Waré, L. Y., Nikièma, A. P., Meile, J.-C., Kaboré, S., Fontana, A., Durand, N., Montet, D., & Barro, N. (2018, mai). Microbiological safety of flours used in follow up for infant formulas produced in Ouagadougou, Burkina Faso. *AIMS Microbiology*, 4(2), 347–361.
<https://doi.org/10.3934/microbiol.2018.2.347>

81. Yatmaz, E., Turhan, I. Carob as a Carbon Source for Fermentation Technology. *Biocatal. Agric. Biotechnol*. 2018, 16, 200–208.

82. Yu, M., Zheng, C., Li, T., Song, H., Wang, L., Zhang, W., Sun, H., Xie, Q., & Jiang, S. (2023). Comparison of aroma properties of infant formulas: Differences in key aroma compounds and their possible origins in processing. *Journal of Dairy Science*.